

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA – PPGEU**

SÉRGIO MOTTA BITTENCOURT

**INTERAÇÃO TÉRMICA ENTRE EDIFÍCIOS INSERIDOS NA MALHA
URBANA VERTICALIZADA DO BAIRRO DE BOA VIAGEM NA
CIDADE DO RECIFE – PE.**

**João Pessoa
2006**

SÉRGIO MOTTA BITTENCOURT

**INTERAÇÃO TÉRMICA ENTRE EDIFÍCIOS INSERIDOS NA MALHA
URBANA VERTICALIZADA DO BAIRRO DE BOA VIAGEM NA
CIDADE DO RECIFE – PE.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Área de Concentração:
Inter-relações entre Espaço Urbano e Edificações.

Orientador: Francisco de Assis Gonçalves da Silva

B624i

Bittencourt, Sérgio Motta

Interação térmica entre edifícios inseridos na malha urbana verticalizada do bairro de Boa Viagem na cidade do Recife – PE. / Sérgio Motta Bittencourt. João Pessoa, 2006.

245p. : il.

Orientador: Francisco de Assis Gonçalves da Silva.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana).
UFPB / CT.

Inclui Bibliografia.

1. Clima urbano. 2. Climatologia urbana. 3.
Planejamento urbano. 4. Ventilação natural.

UFPB / BC

CDU 551.58(043)

SÉRGIO MOTTA BITTENCOURT

**INTERAÇÃO TÉRMICA ENTRE EDIFÍCIOS INSERIDOS NA MALHA
URBANA VERTICALIZADA DO BAIRRO DE BOA VIAGEM NA
CIDADE DO RECIFE – PE.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Área de Concentração:

Inter-relações entre Espaço Urbano e Edificações.

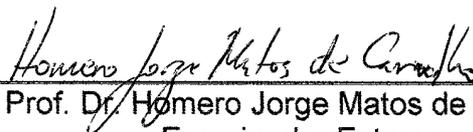
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Francisco de Assis Gonçalves da Silva
Orientador
PPGEU / UFPB



Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima
Examinador Interno
PPGEU / UFPB



Prof. Dr. Homero Jorge Matos de Carvalho
Examinador Externo
CEFET/PB

João Pessoa, 18 de agosto de 2006

Dedico esta dissertação à minha esposa
Fernanda e aos meus filhos Gustavo e
Patrícia com carinho.

AGRADECIMENTOS

À minha família que mais uma vez demonstrou ser muito especial para mim, pela força, carinho e participação e apoio em todos os momentos;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Francisco de Assis Gonçalves da Silva pela amizade e competência com a qual conduziu a construção do meu conhecimento;

Ao Prof. Dr. Homero Jorge Matos de Carvalho pela incansável e inestimável ajuda na busca das respostas e por ter gentilmente cedido uma das estações meteorológicas, viabilizando assim esta pesquisa;

Ao Prof. Dr. Leonardo Salazar Bittencourt pelos ensinamentos e atenção dedicada;

Ao Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco, através do Prof. Dr Fábio Santana Magnani que gentilmente realizou as imagens infravermelhas da pesquisa;

À Prof^a. Dr^a. Valéria Viana do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco por ter disponibilizado parte dos equipamentos utilizados nos estudos;

Ao síndico, funcionários e proprietários dos apartamentos do Edf. Saint Denis que auxiliaram e participaram com valiosa contribuição para o avanço dos conhecimentos;

Aos colegas e amigos do mestrado pela amizade, cumplicidade e companheirismo;

A todos os professores e secretária do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Marluce Pereira pela dedicação atenção nos serviços prestados;

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos e suporte financeiro;

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a viabilização deste trabalho.

RESUMO

BITTENCOURT, Sérgio Motta. **Interação térmica entre edifícios inseridos na malha urbana verticalizada do bairro de Boa Viagem na cidade do Recife – PE.** 2006. 245f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

Esta dissertação teve por finalidade investigar como se comporta a interação térmica entre dois edifícios confrontantes, inseridos dentro do contexto urbano do bairro de Boa Viagem, em Recife-PE. Para isso, o método adotado consistiu em medições horárias de temperatura do ar, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos através de cinco estações meteorológicas instaladas nas fachadas confrontantes dos dois edifícios. No mesmo período, em oito horários diários, efetuaram-se medições de temperatura superficial destas fachadas e piso entre os edifícios, além de temperatura radiante através de termômetro de globo posicionado entre eles. Para análise da distribuição térmica das fachadas, foram utilizadas imagens infravermelhas das mesmas. Os dados obtidos foram confrontados com os da estação meteorológica do aeroporto local, de referência, e analisados utilizando-se o método de análise estatística de Pearson. Os resultados demonstraram que as temperaturas médias das fachadas e do ar entre os edifícios são altamente influenciadas pela radiação solar direta, assim como pela reflexão da radiação solar e emissão de radiação de onda-longa, através da fachada do edifício confrontante e piso entre eles. Foi observado também que as cores dos revestimentos das fachadas e constituição das paredes interferem na temperatura das fachadas. A comparação com os dados da estação de referência mostrou uma acentuada diminuição da velocidade média do vento e aumento da temperatura média do ar, com formação de ilha de calor urbano entre os edifícios. Conclui-se que o modelo de planejamento urbano atualmente adotado no local de estudo não é a solução bioclimática mais adequada, pois favorece a formação de ilha de calor entre os edifícios.

Palavras-chave: clima urbano; climatologia urbana; planejamento urbano; ventilação natural.

ABSTRACT

BITTENCOURT, Sérgio Motta. **Thermal interaction between buildings inside a verticalized urban context of the area of Boa Viagem, Recife-PE.** 2006. 245p. Dissertation (M. Sc. in Urban Engineering) – Post-Graduation Program in Urban Engineering, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

This dissertation aims to investigate the nature of the thermal interaction between two close-facing buildings, within the urban verticalized context of the area of Boa Viagem, Recife-PE. The method adopted consisted of hourly measurements of air temperature, relative humidity, wind direction and speed through five meteorological stations installed in the confronting façades of the two buildings. In the same period, at eight points throughout the day, measurements of superficial temperature of these façades and floors between the buildings has been carried out; including radiating temperature measured through a globe thermometer located between the two buildings. For analysis of the thermal distribution of the façades, infra red images were used. The data captured has been compared with the data taken from the meteorological station at the local airport, (reference station), and analyzed using the Pearson method of statistics analysis. The results show that the mean temperature of the façades and air between the buildings are highly influenced by the direct solar radiation, as well as by the reflection of the solar radiation and emission of long-wave radiation, through the façade of the confronting building and floor between them. It was also observed that the colors of the façades and constitution of the walls affect the temperature of the façades. Comparison with the data of the reference station showed an accented reduction of the mean wind speed and increase of the mean air temperature, with formation of urban heat island between the buildings. Thus, the current model of urban planning adopted in the studied area is not the most adequate bioclimatic solution, because it is conducive to the formation of a heat island between buildings.

Keywords: urban climate; urban climatology; urban planning; urban ventilation.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 01: Escalas climáticas na área urbana..... | 29 |
| Figura 02: Os efeitos da atmosfera na radiação solar..... | 41 |
| Figura 03: Distribuição da energia da radiação solar..... | 42 |
| Figura 04: Regiões do espectro solar..... | 42 |
| Figura 05: Massa de ar a ser atravessada pela radiação solar na atmosfera..... | 43 |
| Figura 06: Formação do vento como resultado de diferenças de temperatura localizadas..... | 52 |
| Figura 07: Gradiente da velocidade do vento..... | 54 |
| Figura 08: Zoneamento bioclimático brasileiro..... | 72 |
| Figura 09: Mapa da cidade do Recife - destaque para o bairro de Boa Viagem. | 76 |
| Figura 10: Hotel Boa Viagem (década 50)..... | 77 |
| Figura 11: Edifício Califórnia (década 50)..... | 77 |
| Figura 12: Avenida Boa Viagem e Rua Prof. Mário de Castro – (década 70)..... | 78 |
| Figura 13: Bairro de Boa Viagem em 2004..... | 79 |
| Figura 14: Mapa de Boa Viagem com situação dos edifícios em estudo..... | 80 |
| Figura 15: Mapa de trecho de Boa Viagem com altura das edificações no entorno dos edifícios em estudo..... | 81 |
| Figura 16: Imagens do entorno dos edifícios estudados a partir do Edifício D.... | 83 |
| Figura 17: Edifício Castelo de Avignon (Edifício C)..... | 84 |
| Figura 18: Edifício Saint Denis (Edifício D)..... | 84 |
| Figura 19: Edificações no entorno dos edifícios C e D..... | 86 |
| Figura 20: Imagem de satélite mostrando o aeroporto local e os edifícios em estudo..... | 87 |
| Figura 21: Especificações técnicas da Estação Meteorológica WS-2310..... | 89 |

| | |
|--|-----|
| Figura 22: Especificações técnicas do termômetro de globo..... | 90 |
| Figura 23: Especificações técnicas do termômetro digital infravermelho MT-350..... | 91 |
| Figura 24: Especificações técnicas da câmara térmica Infravermelha ThermaCAM S45..... | 91 |
| Figura 25: Fixação das estações meteorológicas nas fachadas..... | 92 |
| Figura 26: Fachada frontal dos dois edifícios estudados indicando a posição das estações nas fachadas..... | 93 |
| Figura 27: Posição das estações meteorológicas 17C e 4C na fachada Leste do Edifício C..... | 94 |
| Figura 28: Posição das estações meteorológicas 25D, 17D e 4D na fachada Oeste do edifício D..... | 95 |
| Figura 29: Instalação das estações base das estações meteorológicas..... | 96 |
| Figura 30: Implantação dos dois edifícios com indicação da posição dos pontos de monitoramento, com destaque para o termômetro de globo..... | 97 |
| Figura 31: Termômetro de globo e a radiação solar às 11:00h..... | 119 |
| Figura 32: Termômetro de globo e a radiação solar às 12:00h..... | 119 |
| Figura 33: Termômetro de globo e a radiação solar às 13:00h..... | 119 |
| Figura 34: Termômetro de globo e a radiação solar às 14:00h..... | 119 |
| Figura 35: Correlação entre as temperaturas das fachadas dos edifícios..... | 121 |
| Figura 36: Fachada do Edifício D com sombra entre o 11º e 12º pavimentos às 14:00h..... | 126 |
| Figura 37: Fachada do Edifício D com sombra no 16º pavimento às 16:00h..... | 126 |
| Figura 38: Desenho esquemático do vórtice à sotavento do Edifício D..... | 127 |
| Figura 39: Resumo esquemático das temperaturas médias horárias monitoradas..... | 128 |
| Figura 40: Imagens infravermelha e convencional mostrando as superfícies dos peitoris das varandas do 3º e 4º pavt ^{os.} do Edifício C mais aquecidas..... | 132 |

| | |
|---|-----|
| Figura 41: Imagens infravermelha e convencional mostrando as superfícies dos peitoris das janelas e borda superior das vigas do 13 ^o e 14 ^o pavt ^{os} . do Edifício D mais aquecidas..... | 133 |
| Figura 42: Imagem infravermelha e convencional mostrando os trechos menos aquecidos da superfície da fachada do Edifício D no 11 ^o e 12 ^o pavt ^{os} . com estrutura em concreto armado..... | 134 |
| Figura 43: Distribuição térmica da fachada do Edifício D obtidas a partir das imagens infravermelhas em 10 de maio de 2005..... | 135 |
| Figura 44: Imagem infravermelha onde se observa a diferença da temperatura entre o revestimento escuro e o claro nos pontos 25D e 22D2..... | 137 |
| Figura 45: Imagem infravermelha onde se observa a diferença da temperatura entre o revestimento escuro e o claro nos pontos 17D e 17D2..... | 137 |
| Figura 46: Distribuição térmica da fachada do Edifício C obtidas a partir das imagens infravermelhas em 10 de maio de 2005..... | 139 |
| Figura 47: Imagem infravermelha e convencional mostrando o comportamento térmico do revestimento cerâmico azul e branco do Edifício C..... | 140 |
| Figura 48: Comportamento da radiação solar direta e sombreamento sobre o ponto 4D da fachada de 10:30h. às 13:00h..... | 146 |
| Figura 49: Fator de visão do céu (FVC) dos edifícios C e D..... | 160 |
| Figura 50: Fator de visão do céu (FVC) dos pontos de monitoramento das variáveis climáticas..... | 161 |
| Figura 51: Síntese do comportamento térmico médio entre os edifícios estudados e da estação de referência..... | 175 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | | |
|--------------------|---|-----|
| Gráfico 01: | Evolução da população mundial rural e urbana entre 1950 e 2030..... | 24 |
| Gráfico 02: | População residente, por situação de domicílio – Brasil: 1960/2000..... | 26 |
| Gráfico 03: | Velocidade média diária do vento – 12/04/05 à 09/05/05..... | 106 |
| Gráfico 04: | Velocidade média horária do vento – 12/04/06 à 09/05/05..... | 107 |
| Gráfico 05: | Velocidade e direção dos ventos predominantes – Aeroporto..... | 109 |
| Gráfico 06: | Velocidade e direção dos ventos predominantes – Estação 17C.... | 109 |
| Gráfico 07: | Velocidade e direção dos ventos predominantes – Estação 4C..... | 110 |
| Gráfico 08: | Velocidade e direção dos ventos predominantes – Estação 4D..... | 110 |
| Gráfico 09: | Velocidade e direção dos ventos predominantes – Estação 17D.... | 110 |
| Gráfico 10: | Velocidade e direção dos ventos predominantes – Estação 25D.... | 110 |
| Gráfico 11: | Temperatura média das fachadas – 12/04/05 à 09/05/05..... | 114 |
| Gráfico 12: | Temperatura média das fachadas – 18/04/05 à 09/05/05..... | 116 |
| Gráfico 13: | Temperatura média do piso nos pontos A e B..... | 117 |
| Gráfico 14: | Temperatura média de globo, piso e fachada nos pontos 4C e 4D. | 118 |
| Gráfico 15: | Temperatura média do ar diária – 12/04/05 à 09/05/05..... | 141 |
| Gráfico 16: | Temperatura média do ar horária – 12/04/05 à 09/05/05..... | 143 |
| Gráfico 17: | Diferença entre a temperatura média da fachada em relação à temperatura média do ar no ponto – 12/04/05 à 09/05/05..... | 150 |
| Gráfico 18: | Umidade relativa média do ar diária – 12/04/05 à 09/05/05..... | 152 |
| Gráfico 19: | Precipitação pluviométrica diária – 12/04/05 à 09/05/05..... | 152 |
| Gráfico 20: | Umidade relativa média do ar horária – 12/04/05 à 09/05/05..... | 153 |
| Gráfico 21: | Comparação horária entre temperatura média do ar e umidade relativa média do ar no ponto 4C..... | 154 |

| | | |
|--------------------|---|-----|
| Gráfico 22: | Comparação horária entre temperatura média do ar e umidade relativa média do ar no ponto 4D..... | 154 |
| Gráfico 23: | Comparação horária entre temperatura média do ar e umidade relativa média do ar no ponto 17C..... | 154 |
| Gráfico 24: | Comparação horária entre temperatura média do ar e umidade relativa média do ar no ponto 17D..... | 155 |
| Gráfico 25: | Comparação horária entre temperatura média do ar e umidade relativa média do ar no ponto 25D..... | 155 |
| Gráfico 26: | Comparação horária entre temperatura média do ar e umidade relativa média do ar na estação aeroporto..... | 156 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 01: Quantidade de empreendimentos por intervalo de pavimentos dos projetos aprovados ou licenciados de 1996 a maio de 2003..... | 76 |
| Tabela 02: Qualidade do ajustamento das correlações..... | 102 |
| Tabela 03: Coeficiente de correlação entre a temperatura da fachada e a velocidade do vento..... | 123 |
| Tabela 04: Coeficiente de correlação entre a temperatura da fachada e a temperatura do piso..... | 129 |
| Tabela 05: Coeficiente de correlação entre a temperatura do ar e as temperaturas do piso e globo..... | 147 |
| Tabela 06: Correlação entre FVC e temperaturas médias do ar e temperaturas médias das fachadas..... | 160 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 16 |
| 1.1 | Apresentação do problema..... | 17 |
| 1.2 | Objetivos..... | 18 |
| 1.2.1 | Objetivo geral..... | 18 |
| 1.2.2 | Objetivos específicos..... | 18 |
| 1.3 | Justificativa..... | 19 |
| 1.4 | Estrutura da dissertação..... | 21 |
| 2. | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 23 |
| 2.1 | A urbanização..... | 24 |
| 2.1.1 | A urbanização no mundo..... | 24 |
| 2.1.2 | A urbanização no Brasil..... | 25 |
| 2.2 | O clima nas cidades..... | 27 |
| 2.2.1 | O clima..... | 27 |
| 2.2.2 | O clima urbano..... | 28 |
| 2.2.3 | Clima e planejamento urbano..... | 32 |
| 2.2.4 | A ilha de calor urbano..... | 35 |
| 2.2.5 | Clima urbano e o conforto térmico..... | 38 |
| 2.3 | A Radiação solar..... | 40 |
| 2.3.1 | Efeitos da atmosfera na radiação solar..... | 40 |
| 2.3.2 | Propriedades dos materiais em relação à radiação..... | 44 |
| 2.3.3 | Mecanismos de transferência de calor..... | 49 |
| 2.4 | A ventilação natural no meio urbano..... | 51 |
| 2.4.1 | Forças que atuam na formação do vento..... | 51 |
| 2.4.2 | A circulação do ar na atmosfera..... | 52 |
| 2.4.3 | A circulação do ar no meio urbano..... | 53 |
| 2.4.4 | A função da ventilação urbana..... | 58 |
| 2.5 | A morfologia urbana..... | 60 |
| 2.5.1 | Morfologia e clima urbano..... | 60 |
| 2.5.2 | A densidade das cidades..... | 61 |
| 2.5.3 | O fator de visão do céu (FVC)..... | 63 |
| 2.5.4 | Vegetação e cobertura do solo..... | 64 |
| 2.5.5 | Orientação e largura das ruas..... | 66 |
| 2.6 | Os <i>canyons</i> urbanos..... | 67 |
| 2.6.1 | Temperatura das superfícies dos <i>canyons</i> urbanos..... | 67 |
| 2.6.2 | Temperatura do ar nos <i>canyons</i> urbanos..... | 69 |
| 3. | CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO..... | 71 |
| 3.1 | Aspectos climáticos do Recife..... | 72 |
| 3.2 | Evolução urbana do Recife..... | 73 |
| 3.3 | O crescimento do bairro de Boa Viagem..... | 76 |
| 3.4 | Os edifícios estudados..... | 79 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 3.4.1 | Características dos edifícios estudados..... | 82 |
| 4. | METODOLOGIA DE TRABALHO..... | 88 |
| 4.1 | Levantamento dos dados locais..... | 89 |
| 4.1.1 | Instrumentos utilizados..... | 89 |
| 4.1.2 | Locais de monitoramento..... | 92 |
| 4.1.3 | Período de medição..... | 98 |
| 4.2 | Análise de correlação linear..... | 100 |
| 5. | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS..... | 104 |
| 5.1 | A velocidade e direção do vento..... | 105 |
| 5.2 | Ação do vento sobre as fachadas dos edifícios..... | 111 |
| 5.3 | A temperatura das superfícies e de globo..... | 113 |
| 5.3.1 | A temperatura da fachada do Edifício C..... | 120 |
| 5.3.2 | A temperatura da fachada do Edifício D..... | 124 |
| 5.3.3 | Distribuição térmica das superfícies das fachadas..... | 130 |
| 5.4 | A temperatura do ar ambiente..... | 140 |
| 5.4.1 | Ação do vento sobre a temperatura do ar..... | 150 |
| 5.4.2 | A umidade relativa do ar..... | 151 |
| 5.4.3 | A temperatura do ar entre os edifícios e a de referência..... | 156 |
| 5.5 | Correlação com o fator de visão do céu dos edifícios..... | 159 |
| 6. | CONCLUSÕES..... | 164 |
| 7. | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 176 |
| 7.1 | Limitações da pesquisa..... | 177 |
| 7.2 | Sugestões de pesquisa..... | 178 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 179 |
| | APÊNDICE A – Tabelas de dados das variáveis climatológicas..... | 191 |
| | APÊNDICE B – Imagens dos edifícios durante as medições..... | 220 |
| | APÊNDICE C – Imagens infravermelhas..... | 235 |

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

O clima de uma cidade é definido por uma série de alterações climáticas decorrentes de interferências antropogênicas como: a modificação da cobertura natural do solo, introdução de materiais impermeáveis com alta capacidade térmica e alterações na morfologia da superfície natural. O aumento da quantidade de superfícies verticais incrementa a rugosidade do tecido urbano provocando a diminuição da velocidade do vento. Estas superfícies, ao mesmo tempo em que atuam como refletoras da radiação solar e radiadores de carga térmica retida, confinam o ar e as radiações entre elas, dificultando as trocas térmicas, concorrendo assim para o aumento do calor urbano.

A relação entre o uso do solo e a forma urbana está diretamente associada ao aumento de temperatura nas cidades e à perda da qualidade ambiental. As características morfológicas de uma cidade podem atuar diretamente na configuração do clima urbano, afetando o conforto em seu espaço.

A configuração geométrica urbana definida pelas relações entre altura e distância dos edifícios e dos demais elementos urbanos, além das propriedades térmicas de seus materiais é particularmente relevante na definição do clima local.

O tecido urbano das cidades brasileiras é formado, quase sempre, pela disposição de edificações próximas umas das outras. Cada uma delas está em constante interação térmica com outras edificações confrontantes no entorno. O balanço energético dessas relações, entre cada par de edificações, definem climas específicos diferentes do clima regional que, em conjunto, associados aos demais elementos urbanos, definem o clima da cidade.

Não obstante o mais usual modelo de ocupação do solo nas principais cidades brasileiras favoreça a proximidade entre edifícios e verticalização há pouco aprofundamento nos estudos que definem como se comportam as trocas térmicas entre edifícios confrontantes, especialmente em climas tropicais, para que se possa melhor determinar os índices de afastamento entre eles, e parâmetros como fator de visão do céu e propriedades térmicas dos materiais das envoltórias dos edifícios.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar como se comporta a interação térmica entre edifícios confrontantes inseridos na malha urbana verticalizada do bairro de Boa Viagem na cidade do Recife - PE.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a contribuição térmica da relação entre edifícios, para o espaço urbano e formação de ilhas de calor;
- Analisar a influência do afastamento entre edifícios nas trocas térmicas entre eles;
- Investigar como a altura dos edifícios interfere no aumento da temperatura do ar entre eles;
- Investigar o comportamento das temperaturas superficiais das fachadas confrontantes dos edifícios em função do seu revestimento e altura edificada;

- Investigar o comportamento da temperatura do ar em diferentes pontos do espaço compreendido entre os dois edifícios.

1.3 JUSTIFICATIVA

Com o acelerado adensamento que vem ocorrendo em grande parte das capitais brasileiras, torna-se imperativo aprofundar os estudos sobre o conforto térmico urbano, para que seja possível avaliar o seu comportamento frente às intervenções propostas.

Este processo de adensamento, sob o escudo de um modelo verticalizante, refém de uma forte pressão imobiliária sobre o valor da terra, tem contribuído para a degradação do espaço urbano, com sérias repercussões na qualidade de vida da população.

A morfologia urbana, com grandes superfícies verticais, superfícies horizontais impermeabilizadas e com pouca área verde, além de ser constituída de materiais com alta condutividade térmica e índices de reflexão diversos, todos expostos à radiação solar, apresenta características totalmente distintas das encontradas no meio natural, e requer uma grande demanda de ventilação natural para aumentar as taxas de resfriamento pelas trocas térmicas por convecção. Contudo, o que geralmente se observa é uma redução considerável de velocidade do vento no meio urbano.

O processo avançado de verticalização que a cidade do Recife vem enfrentando, sem critérios bioclimáticos adequados, com a migração da população das residências unifamiliares para multifamiliares, tem provocado grandes

modificações no desenho urbano, sem a devida avaliação dos impactos negativos que estas transformações possam estar causando ao clima da cidade.

O modelo verticalizante adotado, sobre um parcelamento do solo previamente estabelecido, associado a um maior adensamento populacional e conseqüente maior impermeabilização do solo, vem modificando as características de rugosidade e porosidade do meio urbano trazendo modificações dos espaços intersticiais urbanos, e alteração nos mecanismos de trocas térmicas entre os edifícios.

O aumento do número de pavimentos dos edifícios em Recife, que cada vez mais alcançam limites em altura nunca antes atingidos na cidade, traz conseqüências que sob a ótica bioclimática precisam ser investigadas.

A verticalização da cidade pode incrementar a quantidade de superfícies expostas à radiação solar direta, com conseqüências no aumento da carga térmica recebida pelas envoltórias do edifício. A energia térmica, recebida, absorvida e reirradiada pelos edifícios, contribui decisivamente com uma grande parcela no aquecimento do espaço urbano.

A despeito da malha urbana de uma cidade poder apresentar características morfológicas homogêneas, os diversos pontos dessa cidade podem apresentar variações térmicas caracterizadas por microclimas específicos, e por isso se faz necessária a identificação e entendimento das condições desses ambientes climáticos urbanos, para o correto planejamento da cidade. Isto evita que as intervenções possam prejudicar os recursos naturais que o sítio oferece.

A variabilidade do clima nas cidades está fortemente relacionada às intervenções do ser humano sobre o meio ambiente, que geralmente acarretam um aumento de calor, decorrente das alterações no balanço energético. Ao se erguerem

os edifícios, são criados espaços parcialmente confinados entre eles, com superfícies revestidas com materiais próprios, que sob a dinâmica da incidência de radiação solar e das limitações impostas aos fluxos de ar, geram um microclima específico, decorrente das trocas térmicas entre as superfícies confinantes, seu entorno e a atmosfera acima dele.

Apesar dos estudos ainda serem limitados, não se pode atribuir a verticalização, como modelo de crescimento de uma cidade, as causas do desconforto térmico do espaço urbano. O aumento da temperatura do ar e o desconforto desse espaço podem estar associados a uma inadequada disposição dos edifícios e itens como propriedades térmicas dos materiais, densidade populacional, taxa de ocupação, e geometria da cidade nos seus aspectos de rugosidade, porosidade e orientação em relação ao sol e ventos dominantes. É uma matéria ainda sob investigação que necessita ter seus parâmetros definidos.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação é composta por sete capítulos. No **Capítulo 1**, introdutório, é exposto o problema estudado, os objetivos a serem alcançados, e apresentam-se as justificativas e relevância do trabalho, assim como a estruturação da dissertação.

O **Capítulo 2**, destinado a Revisão Bibliográfica, faz uma abordagem ampla dos assuntos relativos ao tema da dissertação, estudados por vários autores. Nesse capítulo são feitas considerações acerca da urbanização e das interfaces entre planejamento e clima urbano e das causas da formação das ilhas de calor,

assim como dos efeitos da radiação solar e ventilação no meio urbano, na interação com a morfologia urbana.

No **Capítulo 3** é caracterizado o local de estudo, seus aspectos climáticos e a evolução urbana da cidade e do bairro onde foram realizados os estudos. São apresentados os edifícios, objeto de estudo, e se faz uma descrição de suas características.

O **Capítulo 4** descreve em detalhes a metodologia adotada no trabalho, os instrumentos utilizados no levantamento dos dados, e os procedimentos para obtê-los. Aborda ainda a metodologia adotada na análise de correlação.

O **Capítulo 5** apresenta a análise e discussão dos resultados registrados em campo. Neste capítulo, a interação térmica entre os edifícios estudados, baseado nos dados obtidos com os instrumentos e resultados das análises de correlação, é investigada. Os dados obtidos são ainda comparados com os da Estação Meteorológica do Aeroporto (referência).

O **Capítulo 6** é destinado às conclusões, onde são destacados os resultados obtidos com este estudo.

No **Capítulo 7** são feitas as considerações finais, onde são abordadas as limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A URBANIZAÇÃO

2.1.1 A Urbanização no Mundo

A partir da Revolução Industrial nos países desenvolvidos, a urbanização tomou um impulso significativo, acentuado no período pós Segunda Guerra Mundial com a reconstrução das cidades e a dinâmica econômica do momento.

Segundo Graeml e Graeml (2004), no ano de 1960 um terço da população mundial já vivia nas cidades e ao longo dos anos ela continuou crescendo, de forma que no ano de 2004, quase metade dela já se encontrava nas cidades. A previsão é que em 2007 a população mundial urbana seja maior que a rural, atingindo em 2030, 60% do total. Os dados da Organização das Nações Unidas (2002, p.10) mostram a proporção entre as populações das áreas urbanas e rurais a partir de 1950 com previsão até 2030, com distribuição entre regiões mais ou menos desenvolvidas (Gráfico 01).

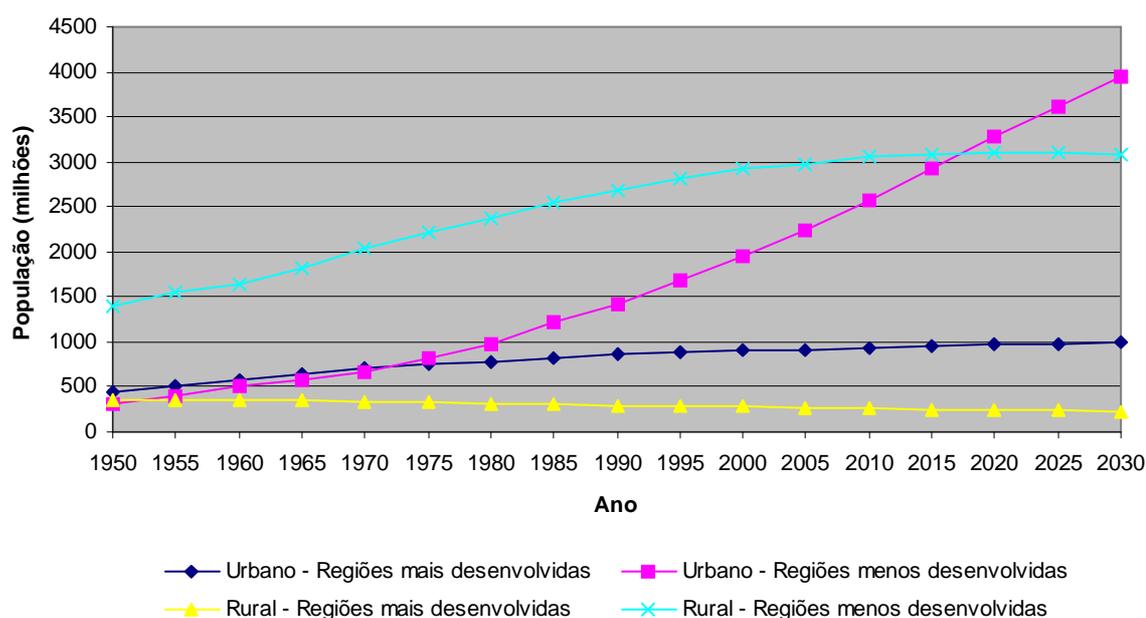


Gráfico 01: Evolução da população mundial rural e urbana entre 1950 e 2030.

Fonte: Adaptado a partir de Organização das Nações Unidas – World Urbanization Prospects, 2002.

Pode-se observar pelo Gráfico 01 que o processo de urbanização nos países em desenvolvimento, é bem mais acelerado do que o dos países desenvolvidos. Quase 90% da urbanização no mundo a partir dos anos recentes até 2025 ocorrerá em países em desenvolvimento (JAUREGUI,1999), que estão localizados, na grande maioria, em regiões tropicais ou subtropicais.

Da mesma forma que, com o passar do tempo cada vez mais a população urbana é mais numerosa que a rural, também as aglomerações urbanas estão aumentando em escala, com maior concentração em países menos desenvolvidos, com profundas implicações no meio ambiente, em parte decorrentes da rápida evolução urbana (GHRIB, 2005, p.9).

Segundo Jauregui (1999), a urbanização nos países tropicais continua sendo a maior e mais urgente questão ambiental produzida pelo homem.

2.1.2 A Urbanização no Brasil

No Brasil, a partir dos anos 30 e 40, as transformações estruturais pelas quais passaram a sociedade e a economia brasileira aceleraram o processo de urbanização, mas só em meados do século XX com o processo de industrialização é que efetivamente a urbanização foi intensificada, e o Brasil abandonou as características de país rural e passou a incorporar um perfil mais urbano, para na década de 60 ter finalmente uma população majoritariamente urbana.

Nas últimas décadas o percentual de urbanização aumentou sistematicamente, e o grau de urbanização do Brasil passou de 75,59%, registrado em 1991, para 81,23% em 2000, segundo o Censo Demográfico 2000, com a população urbana 4,3 vezes maior que a população rural (Gráfico 02).

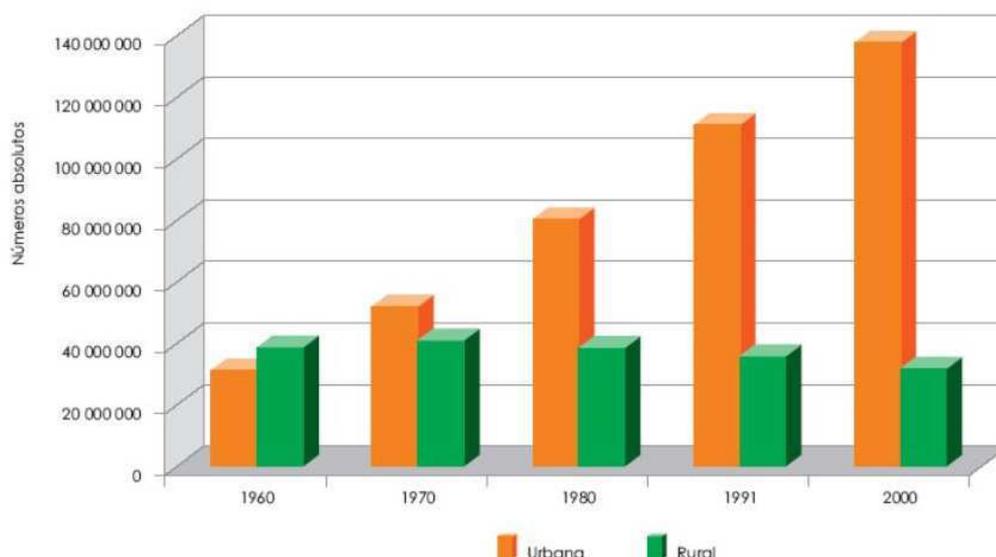


Gráfico 02: População residente, por situação de domicílio – Brasil: 1960/2000.

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, (2001, p.15).

O que aparece com grande destaque é o acelerado processo de urbanização que vem ocorrendo no Brasil, muito superior aos dos países capitalistas mais avançados, mas semelhante a alguns outros países em desenvolvimento. O Brasil multiplicou a população urbana em mais de sete vezes, da década de 50 até o final do século passado, atingindo uma taxa média anual de crescimento de 4,1% (BRITO, HORTA e AMARAL, 2001, p.3).

O crescimento acelerado da população urbana exerce grande pressão sobre a infraestrutura das cidades, e a velocidade das transformações que ocorreram no meio urbano no Brasil, geralmente não foram acompanhadas pela capacidade do poder público em atender as demandas, e assim de modo geral, as cidades cresceram sem a infra-estrutura necessária.

De acordo com Menezes (1996), políticas urbanas inadequadas associadas à falta de investimentos em equipamentos e serviços que façam face ao rápido crescimento populacional urbano, foram os responsáveis pela profunda degradação do meio urbano em boa parte das grandes cidades brasileiras.

A organização do rápido crescimento das cidades com a implementação de projetos que auxiliem na redução dos impactos negativos sobre o meio urbano e qualidade de vida das pessoas parece ser o grande desafio a ser enfrentado pela administração pública, na maioria das grandes cidades brasileiras, na busca de um equilíbrio entre o crescimento da população urbana e suas conseqüências sociais e ambientais.

2.2 O CLIMA NAS CIDADES

2.2.1 O Clima

A definição de clima está diretamente relacionada ao estado médio da atmosfera num certo período de tempo para uma determinada localidade. De acordo com Rivero (1986) o termo clima pode ser definido como o conjunto de fenômenos meteorológicos que caracterizam a atmosfera de um determinado lugar. Para Ayoade (1998) clima é conjunto de fluxos horizontais, como circulação atmosférica e elementos formadores de tempo, e fluxos verticais compostos pelo balanço energético, função da estrutura térmica e da umidade do ar.

É necessário que seja feita uma distinção entre o significado do termo tempo e clima, sendo o primeiro o estado físico das condições atmosféricas, em um determinado momento e local, enquanto que o clima é o estudo do tempo médio, considerando-se um determinado período em uma determinada localidade, ou seja, se refere às características da atmosfera observadas continuamente durante um certo período. Olgay (1998) considera o tempo como um conjunto de todas as

variáveis meteorológicas em que os elementos aparecem em combinação, para um determinado momento.

O clima de um lugar é conformado por diversos fatores naturais ou causados pelo homem. Segundo Koenigsberger *et al.* (1977, p.49), estes fatores são a topografia, e todas as suas características como colinas, vales, inclinação e orientação do terreno, etc. Inclui nesses fatores também a superfície do solo, natural ou introduzida pelo homem, e suas propriedades físicas, além dos objetos tridimensionais como por exemplo árvores, vales, edifícios, que interferem no fluxo do ar, e contribuem para a modificação das características climáticas de um lugar, gerando sombras e subdividindo áreas em unidades menores.

2.2.2 O Clima Urbano

Baseado na teoria de Oke (1976), *apud* Barbugli (2004, p.29-30), o espaço de ar acima da cidade pode ser dividido em duas zonas, que distinguem as escalas de investigação do clima urbano. A primeira, chamada de “camada de cobertura urbana” (*urban canopy layer - UCL*) e a segunda denominada “camada limite urbana” (*urban boundary layer - UBL*).

A “camada de cobertura urbana”, que se estende a partir do nível do solo até o nível médio das coberturas das edificações, é onde ocorrem os processos de microescala, envolvendo um ilimitado número de microclimas gerados pelas várias configurações urbanas. As condições climáticas específicas de um certo ponto desse espaço são determinadas pela natureza do entorno imediato, e em particular, pela geometria e propriedades dos materiais.

Na “camada limite urbana” é onde acontecem os fenômenos na escala mesoclimática. Enquanto que na “camada de cobertura urbana” se observam as influências do ambiente construído sobre o clima urbano, na “camada limite urbana”, acontecem os fenômenos sobre o clima regional decorrente da presença de uma área urbana no seu limite mais baixo (Figura 01).

Segundo Chandler (1976) *apud* Lombardo (1997, p.60):

Com a substituição das superfícies e formas naturais pelas unidades “artificiais” urbanas, o ser humano vem modificando as propriedades físicas e químicas e os processos aerodinâmicos, térmicos, hidrológicos e de intercâmbio de massa que ocorre na camada limite atmosférica. Em consequência, as propriedades meteorológicas do ar dentro e imediatamente acima das áreas urbanas ficam profundamente modificadas criando um distinto tipo climático, o clima urbano.

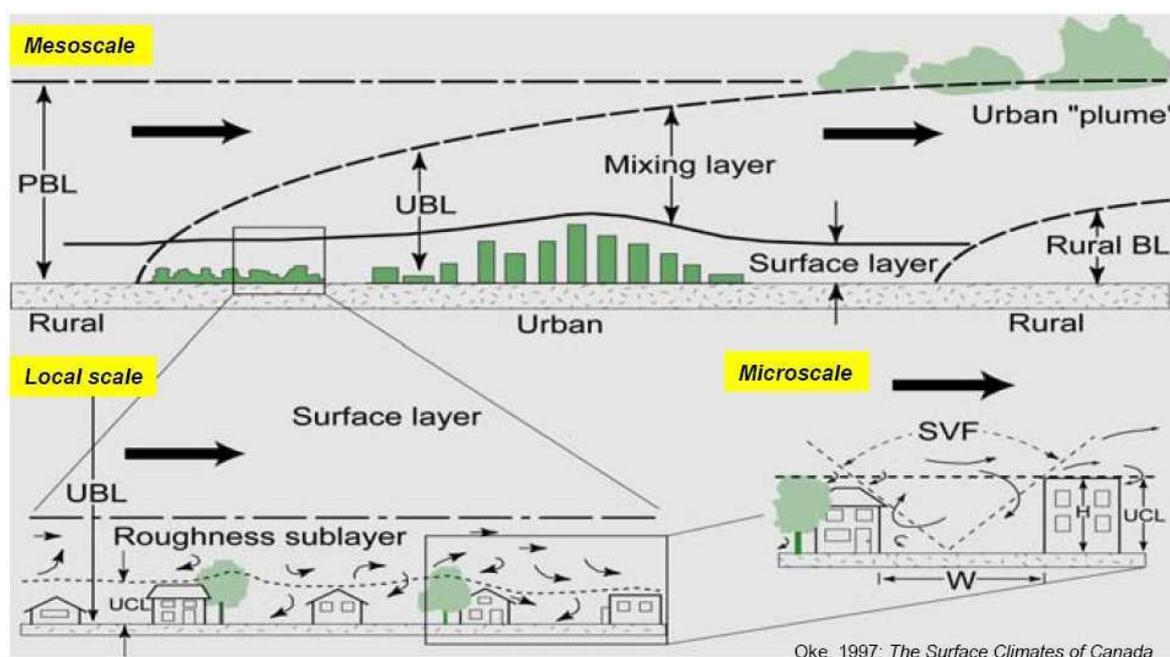


Figura 01: Escalas climáticas na área urbana.

Fonte: OKE (1997) *apud* ROTH (2005).

Para Oke (1978) *apud* Krüger e Rossi (2005, p.968), a definição do clima urbano está associada ao resultado das modificações que o processo de urbanização causa tanto na superfície terrestre como nas características atmosféricas de um determinado local.

Segundo Givoni (1998, p.241), as principais diferenças entre o clima urbano e o rural que estão diretamente relacionadas com o conforto humano, são a temperatura do ar e a velocidade do vento, medidas próximo ao nível do solo. No espaço urbano, as trocas energéticas que ocorrem por convecção, entre o ar e as superfícies dos edifícios e elementos urbanos aquecidos estimulam o aumento da temperatura do ar, que é agravada pela redução da velocidade do vento pela morfologia urbana. Este aumento de temperatura nas cidades (OLGYAY 1998, p.51) é decorrente das superfícies construídas pelos homens, que na maioria são compostas por materiais termicamente absorventes.

Diferente do que ocorre nas cidades, segundo Assis (2005, p.97), baseada em estudos de Oke, a perda de calor nas áreas naturais ou rurais do entorno das cidades ocorre por resfriamento evaporativo. Nas cidades, devido às características das superfícies com maior capacidade térmica e maior grau de impermeabilização, a maior parte do fluxo térmico é de calor sensível. As propriedades térmicas desses materiais favorecem o armazenamento de calor que é dissipado no período noturno, com intensidade que depende do acúmulo ocorrido no período diurno.

Lombardo (1997, p.60) ao comparar as diferenças entre a cidade e o campo circundante enumera alguns fatos por ela considerados fundamentais:

1 - A cidade modifica o clima decorrente das características de sua superfície. Ela tem formas mais complexas, apresentando grandes superfícies horizontais e verticais, que respondem diferentemente, tanto à radiação solar quanto ao regime de ventos;

2 - A cidade tem muitas fontes adicionais de calor resultantes das atividades antropogênicas. Além disso, dos distintos materiais que compõem suas

variadas superfícies, quase todos têm boa condutividade térmica e capacidade calorífica, provocando o aquecimento dos ambientes para onde flui o calor;

3 - O aumento na produção local de calor é complementado por modificações na ventilação, na umidade e até nas precipitações, que tendem a ser mais acentuadas. Através dos sistemas de escoamento e da impermeabilidade do solo, a água é rapidamente removida, reduzindo o efeito de resfriamento do ar urbano através da evaporação. Por outro lado, a concentração de material particulado no ar altera a incidência da energia radiante do sol, bem como propicia o surgimento de nuvens e facilita a formação de núcleos de condensação;

4 - A maior influência manifesta-se através da alteração da própria composição da atmosfera, atingindo condições adversas na maioria dos casos.

A maneira pela qual o ser humano intervém no espaço, modificando o meio ambiente natural com supressão da vegetação nativa, alteração nas características de recobrimento do solo, adensamento populacional, além de uma série de outros reflexos das atividades antropogênicas, favorecem a formação de microclimas diferenciados dentro das cidades.

O comportamento do clima dentro de uma cidade não é homogêneo. Diversas pesquisas apontam para uma acentuada diversidade climática em diferentes setores de uma mesma cidade. Faria e Mendes (2004, p.8) citando a bibliografia clássica (LANDSBERG, 1981), (OKE, 1987) e (GIVONI, 1989) afirmam que no grande impacto que o ambiente urbano causa ao clima local se confirmam microclimas intra-urbanos.

As condições climáticas locais também são influenciadas pela resposta térmica das edificações. Segundo Simpsons e Mepherson (1997, p.127), o microclima em volta dos edifícios depende da radiação solar incidente nas

envoltórias dos edifícios, direta, difusa e refletida, que em resposta emitem radiação térmica de onda-longa, o que contribui para o desenvolvimento de um clima específico no local. Dessa forma, elementos climáticos como a velocidade do vento, temperatura do ar e umidade relativa, terão características próprias em função dos condicionantes daquela parcela urbana.

2.2.3 Clima e Planejamento Urbano

Segundo Duarte e Serra (2003, p.8), nos últimos anos muitas cidades são vistas como símbolos de crise ambiental e relacionam vários problemas relativos ao ambiente urbano como alterações na pluviometria, fluxos de ar, formação de ilhas de calor, aumento de energia operante na climatização artificial, entre outros.

Um dos principais problemas da urbanização está relacionado às transformações do clima local e sua repercussão sobre o conforto térmico da população. O freqüente aumento de temperatura encontrado nas cidades, interfere na saúde da população e rendimento nas atividades diárias.

O aumento do potencial da mudança climática é decorrente do crescimento acelerado das populações urbanas, o que provoca uma pressão cada vez mais intensa sobre o sítio local, pelo incremento do uso e ocupação do solo (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 1996, *apud* ASSIS, 2005, p. 93). De acordo com Duarte (2000) são as variáveis urbanísticas de uso e ocupação do solo que são responsáveis pelos microclimas dos espaços urbanos a eles associados.

As variáveis condicionantes da morfologia urbana exercem influência sobre o clima das cidades e, portanto, segundo Bertacchi e Faria (2003, p.652), “[...]”

pode-se afirmar que as diretrizes que guiam o planejamento urbano são de extrema importância, ao passo que podem ser responsáveis pelas mudanças climáticas de uma cidade no decorrer de seu crescimento.”

Ahmed (2003, p.109) afirma que o desenho urbano tem a capacidade de influenciar razoavelmente o efeito de alguns fatores do meio ambiente, através da disposição geométrica dos edifícios, da sua orientação e de seus materiais, bem como pela utilização de vegetação e corpos d'água, mostrando ser possível se alcançar o conforto externo através do desenho urbano.

Silva (1999, p.135), em seu estudo da área do Bessa, em João Pessoa, observa a importância do planejamento bioclimático:

[...] o planejamento do clima de vento da cidade além de poder evidenciar situações antes pouco reparadas, possibilita, ao mesmo tempo, identificá-las e, de forma preventiva, alterá-las, tendo em vista habilitar a cidade ao efetivo uso de seus diversos setores.

Para Katzschner (1997), no planejamento das cidades deve ser levado em consideração o estudo do clima urbano. Este autor considera aspecto relevante o planejamento das condições térmicas urbanas, de forma a assegurar um clima urbano ideal durante o processo de crescimento das cidades. Para isso é necessário o mapeamento dos caminhos naturais do vento sem obstáculos, e com bastante vegetação, para garantir a renovação de ar fresco dentro da cidade e dispersão mais fácil dos poluentes.

Para o estudo do clima urbano, Lombardo (1997, p.61) sugere que devido a complexidade do tecido urbano e de sua relação com a atmosfera da cidade é importante uma abordagem interdisciplinar.

Como a estrutura da cidade pode ser controlada pelo desenho urbano é possível a tradução dos dados climatológicos em instrumento de planejamento

urbano, de forma a minimizar seus efeitos negativos e evitar sua intensificação, garantindo assim um espaço urbano termicamente confortável.

Para Emmanuel (2005, p.1592), ainda são poucos os instrumentos de desenho urbano e de política de planejamento disponíveis para atenuação dos impactos negativos do clima urbano em regiões tropicais. Segundo Duarte e Serra (2003, p.9), os primeiros trabalhos sobre climatologia urbana em regiões tropicais e subtropicais somente surgiram nos anos 70, e nas duas décadas seguintes aconteceram diversas conferências sobre o tema. Apesar da quantidade de trabalhos em áreas tropicais ter sido duplicada da década de 80 para a de 90, este total representava apenas 20% das publicações sobre climatologia urbana de regiões com latitudes médias e altas (JAUREGUI, 1999).

Assis (2005, p.95) alerta que a maioria dos estudos em áreas tropicais enfoca muito pouco o balanço energético, o modelamento e o desenvolvimento de instrumentos que possam ser utilizados no planejamento urbano. Afirma que os estudos têm um enfoque mais em abordagens descritivas, e que estas são geralmente prejudicadas pela falta de recursos para aquisição de equipamentos de pesquisa adequados, e por falta de uma melhor rede de estações meteorológicas na região.

Para Castro *et al.* (2003, p.70), a falta de conhecimento das propriedades térmicas dos materiais de construção e elementos construtivos é um problema que os pesquisadores enfrentam no Brasil. Os estudos dos balanços energéticos que ocorrem no tecido urbano dependem de informações sobre as propriedades térmicas dos materiais urbanos, e dados retirados de publicações estrangeiras podem conduzir a falhas nas pesquisas. Em face dos problemas enfrentados, a aplicação

dos conhecimentos em climatologia urbana no planejamento urbano e desenho das cidades, ainda é muito limitada em regiões de clima tropical e subtropical.

2.2.4 A Ilha de Calor Urbano

De modo geral a temperatura diurna nas áreas urbanas densamente construídas é maior que a das áreas de campo aberto, que se encontram em sua volta. A elevação da temperatura urbana, acima da encontrada em campo aberto em sua volta, é normalmente definida como ilha de calor urbano. A alta concentração de superfícies “rígidas” decorrente da urbanização, para Wong e Yu (2003) é a causa do início de muitas conseqüências ambientais, como a ilha de calor urbano, por exemplo, e atribui à absorção de radiação solar pelas estruturas maciças dos edifícios, sistema viário e outras superfícies “rígidas” durante o período diurno, como sendo a raiz primária das ilhas de calor nas cidades.

A quantidade de variáveis que participam na formação das ilhas de calor urbano é muito grande, e cada uma delas produz um determinado efeito que contribui de maneira distinta para a diferença de temperatura urbana em relação à da área rural do entorno. A complexidade se torna ainda maior quando estas variáveis interagem, dificultando a definição de modelos preditivos.

Segundo Oke (1978) e Santamouris (2001) *apud* Giridharan, Ganesan e Lau (2004, p.526), as propriedades físicas e fenômenos do meio ambiente urbano que influenciam o efeito ilha de calor são: a geometria radiante dos *canyons*, que está diretamente associada às propriedades térmicas dos materiais e redução do albedo por esses mesmos *canyons*; a redução das superfícies evaporativas; a

reduzida transferência por fluxo de ar turbulento; as fontes de calor antropogênico e o fenômeno do efeito estufa.

Segundo os mesmos autores, algumas variáveis associadas ao desenho urbano, e que podem ser manipuladas no processo de planejamento e desenho urbano, contribuem com as propriedades físicas e fenômenos citados, e entre outras podem ser citadas: a estrutura urbana; o tamanho da cidade; a população e densidade da área construída; a proporção entre altura e distância entre edifícios (o seu fator de visão do céu - FVC); a largura das ruas e materiais dos edifícios e superfícies urbanas.

Assis (2000), em sua tese de doutorado relata que o fenômeno de formação de ilha de calor já é observado para edifícios com FVC de cerca de 60%, ou seja, com obstrução da abóbada celeste em torno de 40%.

De acordo com Oke (1978) *apud* Giridharan, Ganesan e Lau, (2004, p.525), do total de energia radiante dentro do *canyon* no período diurno, 70 a 80% é dissipada para a atmosfera através de transferência turbulenta, e do resultado do balanço energético, 30 a 20% do total é armazenado na estrutura urbana e só liberada no período noturno.

Para Santamouris, Papanikolaou e Georgakis (1998) *apud* Doulos, Santamouris e Livada (2004, p.231), a radiação solar que incide sobre uma cidade durante o período diurno associada a toda e qualquer outra forma de calor, contribui para o aumento do armazenamento de calor sensível na estrutura da cidade. Parte desse calor armazenado é liberado na atmosfera durante o período noturno, o que faz aumentar o balanço energético, elevando a temperatura do ar ambiente.

Segundo Oke (1981) *apud* Giridharan, Lau e Ganesan (2005, p.964), na maioria dos locais de clima temperado e frio, a ilha de calor é fraca durante o

período diurno, e o seu aumento ocorre logo após o por do sol, e para alcançar o seu valor máximo de temperatura leva em torno de três a cinco horas.

Nas regiões tropicais, além do fenômeno noturno da ilha de calor urbano, é necessário que seja também estudado o seu comportamento no período diurno, para melhor entendimento e controle das condições climáticas das cidades tropicais (ASSIS, 2000).

Nem todos os fatores que interferem na formação de ilhas de calor urbano são decorrentes da intervenção humana, pois alguns deles são meteorológicos, como a velocidade do vento da região e a nebulosidade. Segundo Givoni (1998, p.245), outros fatores como as cores e características dos edifícios, vegetação urbana, densidade urbana, orientação das ruas e a energia operante, que é afetada pelo desenho dos edifícios, são considerados “fatores de manejo”, e sob o ponto de vista do desenho urbano são importantes, pois permitem a sua modificação para adequação do clima urbano.

Como a morfologia urbana é considerada a variável mais importante no controle das ilhas de calor urbano (ARNFIELD, 1990), e, como as propriedades das superfícies das áreas urbanas têm um papel fundamental na formação das ilhas de calor urbano em regiões tropicais, Emmanuel (2005, p.1600) sugere a concentração dos esforços na regulamentação da cobertura do solo. Considera que assim seja mais fácil a melhoria do bioclima urbano através das diretrizes políticas urbanas com planejadores urbanos e arquitetos empenhados no processo.

Emmanuel (2005, p.1599) a partir da análise histórica do conforto térmico na Região Metropolitana de Colombo, em Sri Lanka, considera que os planejadores urbanos devam concentrar seus esforços para o controle das ilhas de calor urbano

em cidades tropicais, a partir do subúrbio, onde considera ser o esforço mais produtivo.

Prado e Ferreira (2005, p.295) em estudo no qual realizaram medições do albedo de materiais utilizados na maioria das coberturas de edifícios no Brasil, observaram que as reduções das ilhas de calor urbano podem ser alcançadas com a melhor adequação dos materiais que vêm sendo utilizados nos edifícios.

2.2.5 Clima Urbano e o Conforto Térmico

Como os climas nas regiões tropicais não se apresentam tão severos como os das regiões frias, e mesmo temperadas, o ambiente externo tem se mostrado tão importante quanto o interno, para a vida das populações nessas regiões.

Com a rápida urbanização dos países em desenvolvimento, a maioria concentrada nas regiões tropicais e subtropicais, tem se dado maior atenção ao meio ambiente externo, e principalmente aos microclimas que são formados nas áreas urbanas em volta dos edifícios. Um clima confortável no meio urbano é importante tanto para garantir o bem estar de seus usuários como para atrair pessoas para os espaços públicos (JOHANSSON, 2006, p.1326).

Segundo Krüger e Rossi (2005, p.968), a influência que o clima exerce sobre o ser humano pode tanto ser positiva como negativa, já que ela responde diretamente pelo conforto térmico, com implicações na sua saúde, emoções, comportamento e desempenho das atividades. As repercussões sobre a qualidade de vida, a economia e a vida social são inevitáveis.

De acordo com Lois e Labaki (2001, p.1), quando se comparam as condições do ambiente interno em relação ao externo, se observa que no segundo, as situações encontradas são bem mais complexas, pois além de abrangerem maior número de variáveis ambientais, envolvem fatores ambientais muito importantes como a velocidade do vento e principalmente a radiação solar incidente. A complexidade dessas duas variáveis, com suas características extremamente dinâmicas impõe que sejam aceitas simplificações nas avaliações de conforto térmico.

Para o ambiente externo, o entendimento que a temperatura de conforto tem uma tendência de ser variável com a temperatura do ambiente, mesmo quando se considera um grupo aclimatado de pessoas, mostra ser fundamental o conceito de “faixa de conforto” (AHMED, 2003, p.107).

Segundo Bruse (2003) *apud* Assis (2005, p. 98), os diversos índices biometeorológicos desenvolvidos para avaliação do conforto térmico humano no exterior, têm como obstáculo a ser transposto, o efeito dinâmico que os indivíduos estão sujeitos quando se deslocam no meio urbano, como insolação, radiações de onda-longa, fluxos de ar, etc., o que tem levado a diferenças significativas nos resultados das avaliações.

De acordo com investigação de campo realizada na cidade de Dakar, capital de Bangladesh, situada em região tropical, em que foram considerados como parâmetros, condições de ventilação calma e umidade relativa média de 70%, e pessoas com roupas normalmente utilizadas no verão (em atividades sedentárias ou paradas), se observou que a temperatura do ar para conforto no exterior variou dentro da faixa limite entre 28,5° C e 32,0° C. Ainda nessa mesma investigação se descobriu que a percepção de conforto no exterior se mantinha dentro de uma faixa

que tinha que ser continuamente ajustada, dependendo da situação do ambiente, já que se percebeu que este era um fenômeno dinâmico e dependente da preferência individual de conforto (AHMED, 2003, p.108).

2.3 A RADIAÇÃO SOLAR

2.3.1 Efeitos da Atmosfera na Radiação Solar

Ao atravessar a atmosfera terrestre, a radiação solar recebe interferência direta dessa massa espessa, o que provoca uma sensível diminuição do fluxo energético devido a fenômenos de difusão, absorção e reflexão. Esta interferência é diretamente proporcional a espessura da camada atmosférica a ser atravessada.

Parte da radiação solar é absorvida ou espalhada (em torno de 25%) pelas moléculas, partículas em suspensão no ar, aerossóis, vapor d'água e nuvens, sendo que esta parcela absorvida pela atmosfera provoca o aquecimento dessa. Uma outra parte da radiação solar é refletida de volta ao espaço, pelas partículas e gotículas em suspensão. Esta parcela representa em torno de 20% da radiação solar incidente, mas dependendo do grau de nebulosidade pode ser ainda maior. O restante da radiação solar alcança diretamente a superfície da terra, e dependendo da natureza da superfície, parte dela é refletida de volta à atmosfera (Figura 02).

Após a travessia da atmosfera pela radiação solar, a energia recebida na superfície do solo é a resultante de vários tipos de radiações: radiação direta e que não sofreu modificações na travessia, radiação difusa e refletida.

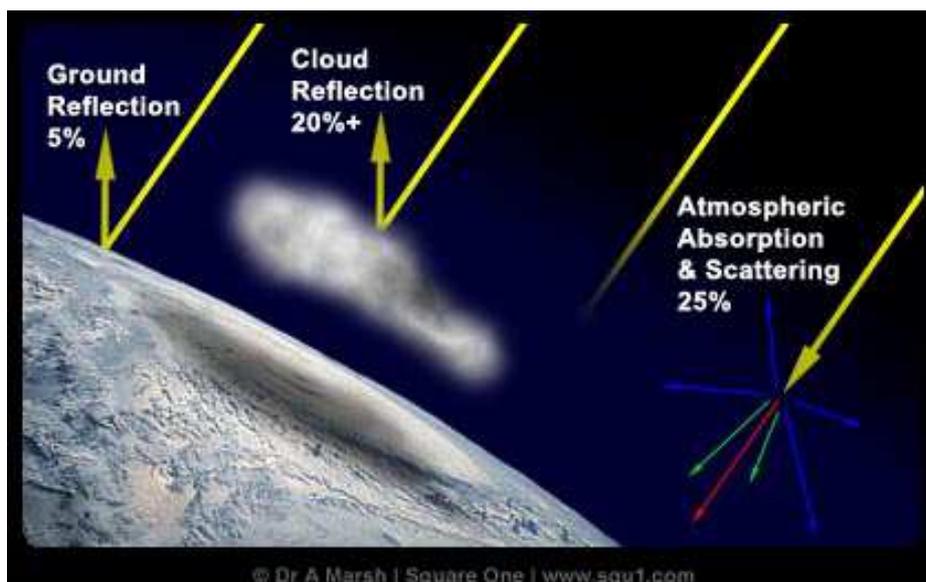


Figura 02: Os efeitos da atmosfera na radiação solar.

Fonte: Marsh (2005)

A radiação difusa é resultante de radiação solar que é espalhada ou refletida para a Terra. Ela é responsável pela claridade do céu no período diurno e iluminação dos pontos na terra que não recebem iluminação direta do sol.

A radiação solar incidente na Terra é subdividida em três bandas de comprimento de onda que correspondem ao espectro solar. Do total, 5,0% está na região espectral entre 300 e 4000 nm, as radiações ultravioletas (UV), 46% na região espectral visível (VIS) situada entre 400 e 720 nm e finalmente 49% na região espectral do infravermelho próximo (IVP) na faixa de 720 a 25000 nm (WONG *et al*, 2004, p.12).

A região visível do espectro solar compreende a região à qual o olho humano é sensível e permite a visão dos objetos, produzindo diferentes sensações de cores pela luz refletida, em função do comprimento da onda (Figuras 03 e 04). A faixa de comprimento de onda visível é percebida diferentemente para cada ser humano, dependendo da sensibilidade da retina de cada pessoa, (PRADO e

FERREIRA, 2005, p.296). Porém a maior parte da radiação solar ocorre fora do espectro visível.

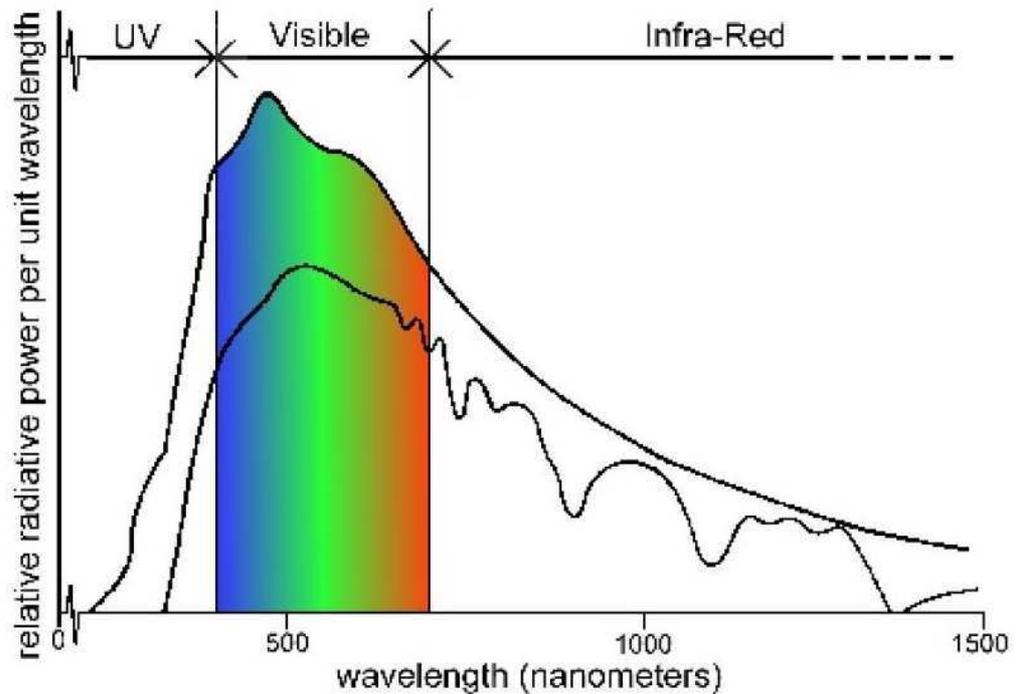


Figura 03: Distribuição da energia da radiação solar.

Fonte: Wong et al. (2004, p. 13).

A faixa do infravermelho que não é visível aos olhos humanos tem natureza principalmente térmica. As radiações de onda-longa emitidas pelas superfícies comuns na Terra estão situadas na faixa de 3.000 a 20.000 nm, de forma que quanto mais quente for o corpo radiante, menor será o comprimento de onda da radiação por ele emitida.

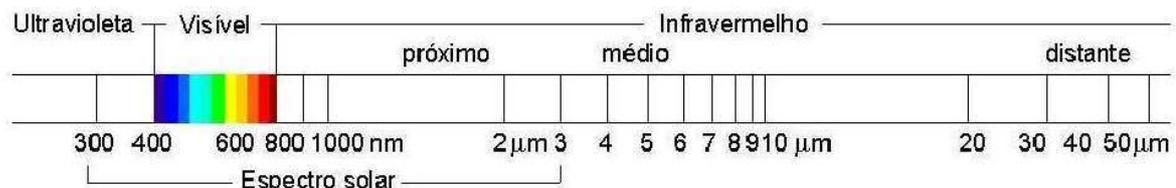


Figura 04: Regiões do espectro solar.

Fonte: Roriz e Dornelles (2005, p. 1652).

Segundo Caram (1998) *apud* Castro *et al.* (2003, p.70), o infravermelho próximo apesar de ser invisível ao olho humano, é de extrema importância, pois é fonte de calor significativa, já que corresponde a mais da metade do espectro solar.

A quantidade de radiação solar que incide sobre as superfícies urbanas é constantemente modificada pela dinâmica diária e anual da trajetória solar. O ângulo de incidência solar, ou seja, aquele entre a radiação solar direta e a normal à superfície horizontal do ponto atingido, varia constantemente a cada hora do dia, ao longo dos meses do ano, e em função da latitude da superfície receptora (Figura 05).

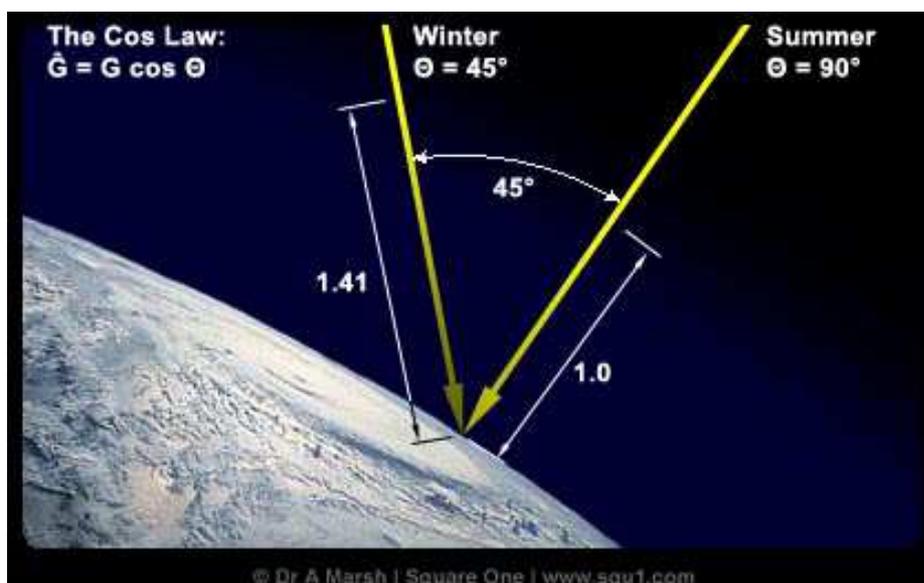


Figura 05: Massa de ar a ser atravessada pela radiação solar na atmosfera.

Fonte: Marsh (2005).

Segundo Givoni (1998, p.55), o total de radiação incidente numa determinada superfície é decorrente da soma das radiações direta, difusa e refletida. A radiação solar direta do sol, que atinge uma determinada superfície, é função do ângulo de incidência solar, enquanto que a radiação solar difusa vem de toda a abóbada celeste e é diretamente dependente da nebulosidade atmosférica e da quantidade de nuvens. A radiação solar é refletida de forma difusa a partir de

superfícies opacas do meio urbano como paredes e solo, e esta reflexão é função do albedo dessas superfícies.

Ainda segundo Givoni (1998, p.56), o campo de radiação refletida dentro de uma área urbana edificada é muito mais complexo. A radiação refletida pelas paredes de um edifício depende da dinâmica da trajetória solar e da refletância da parede, e no contexto urbano, estas variáveis mudam constantemente de edifício para edifício e a cada hora do dia.

2.3.2 Propriedades dos Materiais em Relação à Radiação

As superfícies dos materiais opacos têm três propriedades em relação ao seu comportamento frente à radiação, designadas como absorptância, refletância e emissividade. Para as superfícies não opacas, ou seja, as superfícies transparentes e semi-transparentes, é incorporada a transmitância como mais uma propriedade.

A absorptância e refletância estão relacionadas com o comportamento das superfícies em relação à radiação solar, enquanto que a emissividade diz respeito à emissão e absorção de radiação de onda-longa (GIVONI, 1998, p.112).

Ao incidir um certo montante de energia radiante sobre a maioria das superfícies, uma parcela é absorvida, outra é refletida e outra transmitida. Para o caso dos materiais opacos a transmitância é nula, restando apenas as outras duas propriedades, de forma que, a soma da absorptância com a refletância de um determinado material, em relação a uma energia radiante incidente, será sempre igual a unidade. Para a absorptância representada por “a” e a refletância representada por “r” temos:

$$a = 1 - r$$

Para o caso de superfícies transparentes e semi-transparentes, onde “t” representa a transmitância, temos:

$$a + r + t = 1$$

A emissividade é a capacidade relativa a um material de emitir energia radiante. Estabeleceu-se como igual a um a emissividade de um corpo negro perfeito (emissor perfeito) e igual a zero a emissividade de um refletor perfeito. Como toda superfície emite radiação, a intensidade depende da sua temperatura. No caso de materiais comuns, como os materiais de construção, a radiação emitida se situa na faixa do infravermelho (onda-longa), diferente da radiação solar de onda-curta.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2003a, p.5-6), a absorptância à radiação solar é o “quociente de taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície”. A refletância à radiação solar é o “quociente da taxa de radiação solar refletida por uma superfície, pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície”. A emissividade é o “quociente da taxa de radiação emitida por uma superfície pela taxa de radiação emitida por um corpo negro, à mesma temperatura”.

De acordo com Givoni (1981, p.107), a radiação é absorvida seletivamente, em função dos comprimentos de onda incidentes na superfície, podendo uma pintura branca fresca ter uma absorptância em torno de 0,12 para radiação solar (onda-curta), ou mesmo absorptância de 0,95 para radiação de onda-longa vinda de outras superfícies aquecidas a temperaturas comuns no meio urbano. Desse modo a cor não é referência para o comportamento da superfície em relação à radiação de onda-longa.

A cor de uma superfície dá uma boa indicação de sua absorvência para a radiação solar. Porém, Castro *et al.* (2003, p.72), em estudo de cores para pintura externa de edifícios, analisando a refletância total, concluíram que não se pode deduzir que, se uma determinada cor reflete bastante na região visível do espectro solar, também apresentará um valor alto na refletância total. Quando se trata de ganho de calor devido à absorção da radiação solar, o que é significativo é a refletância total, a partir da qual se obtém a absorvência. Os autores observaram que a única cor que manteve o mesmo valor de refletância na região do visível e infravermelho, do espectro solar, foi a cor preta. Givoni (1981, p.107), compara o comportamento da cor preta e da branca frente à radiação solar e observa que a cor preta em função de sua absorvência se aquece mais quando exposta à radiação solar, mas como as emissividades na faixa do infravermelho das duas cores são iguais, elas se resfriam igualmente no período noturno.

A quantidade de raios luminosos absorvidos ou refletidos por uma superfície, pode variar se ela for lisa e polida ou áspera e fosca (OITICICA *et al.*, 2000, p.2). Para Roriz e Dornelles (2005, p.1649 e 1651), a radiação solar tem papel fundamental em grande parte da parcela de ganho de calor pelas envoltórias dos edifícios em regiões tropicais. Como o fator que exerce maior influência nesse ganho de calor é a absorvência solar, os revestimentos com alta absorvência utilizados no meio urbano causam problemas para o clima urbano, sendo um dos responsáveis pela formação das ilhas de calor nas cidades. E concluem que “[...] apesar de reconhecer a importância dessa propriedade, a literatura especializada não a tem tratado com a profundidade e o rigor que seriam desejáveis”.

Quando a radiação solar incide sobre o vidro das esquadrias dos edifícios, se observa que uma parte da radiação é refletida para fora do edifício, e

nesse caso o edifício não sofre nenhuma interferência, uma outra parte é absorvida pelo vidro, o que vai provocar o aumento da sua temperatura, e uma terceira parte da radiação solar é transmitida através do vidro para o interior da edificação. A quantidade de radiação transmitida dependerá do tipo de tratamento que o vidro possui e do ângulo de incidência da radiação.

Wong *et al.* (2004, p.95 *et seq.*) realizaram medições de refletância em laboratório, de dez diferentes cores de ladrilhos cerâmicos dentro das faixas do espectro solar, mas considerando a dificuldade de escalonar as cores da mais clara para a mais escura, selecionaram apenas quatro delas, a amarela, amarelo escuro, azul e azul escuro respectivamente e concluíram que a aparência da cor do material pode afetar a sua refletância, sendo o material de cor mais clara o que tem a mais alta refletância.

Albedo pode ser definido como a reação total de uma superfície a uma radiação, considerando-se todo o espectro solar, (GIVONI, 1998, p.113), ou seja, albedo é a fração de radiação eletromagnética refletida de um corpo ou superfície, em relação à energia incidente sobre ele, considerada uma extensa banda de comprimento de onda (ultravioleta, visível e infravermelho). Os valores do albedo se situam de zero, para um absorvedor perfeito, até um para um perfeito refletor.

Cantat (1989) *apud* Doulos, Santamouris e Livada (2004, p.232), após estudo do albedo de várias superfícies na área da grande Paris observou que, os albedos das áreas urbanas são mais baixos que os das áreas rurais do entorno.

Estudos conduzidos no “Heat Island Project” pelo Lawrence Berkeley National Laboratory, sobre o efeito das superfícies urbanas no clima da cidade e consumo de energia, concluíram que, com o aumento do albedo das superfícies

urbanas e o aumento do número de árvores seria possível abrandar o fenômeno da ilha de calor.

Para Arnfield (2003) a geometria urbana e as propriedades térmicas dos materiais utilizados nas superfícies das cidades são os dois principais parâmetros que exercem influência sobre o clima urbano.

Doulos, Santamouris e Livada (2004, p.248-249) investigaram durante o verão a performance térmica de 93 ladrilhos utilizados freqüentemente em revestimentos de pisos externos em Atenas, em relação às características físicas dos materiais dos ladrilhos que afetam o seu albedo, ou seja, a cor, textura da superfície e o material de construção, e concluíram que as superfícies ásperas e com cor escura tendem a absorver mais radiação solar do que a lisa, de cor clara e superfície plana, sendo os de cor branca os mais frios, e os de cor preta os mais quentes. Observaram também que os ladrilhos feitos de mármore, mosaico e pedra, se mostraram mais frios que os outros, e que as características geométricas dos ladrilhos, como dimensão e espessura não afetam seu balanço térmico durante o período diurno.

A escolha adequada dos materiais de construção que compõem o meio ambiente urbano, tanto de revestimento das envoltórias dos edifícios, quanto dos pavimentos situados no exterior, pode ser decisiva para a redução dos ganhos térmicos, e pode melhorar as características térmicas do meio ambiente urbano, além de reduzir a formação de ilhas de calor.

O uso dos materiais com alto fator de refletância para radiação de onda-curta e alto fator de emissividade para radiação de onda-longa, os chamados materiais “frios” constituem a melhor alternativa no revestimento das superfícies

urbanas para a melhoria das condições de conforto térmico durante o verão (DOULOS; SANTAMOURIS; LIVADA, 2004, p.232).

Segundo Roriz e Barbugli (2003, p.596), as principais características dos revestimentos dos solos são seus coeficientes de absorvência de radiação solar, suas capacidades de armazenar calor (inércia térmica) e seus índices de impermeabilidade.

2.3.3 Mecanismos de Transferência de Calor

A troca de calor entre um edifício e seu meio ambiente é resultante de mecanismos de condução, convecção e radiação. As superfícies das fachadas dos edifícios ao receberem radiação solar, tanto na forma direta, difusa ou refletida, associada à radiação de onda-longa emitida pelas superfícies vizinhas mais aquecidas, têm suas temperaturas elevadas, com reflexo direto na temperatura do ar ambiente. Todo esse processo de trocas térmicas ocorre através dos três mecanismos citados.

A condução é o processo de transferência de calor da molécula mais quente para a mais fria junto a um material sólido (GIVONI, 1998, p.110). A condução ocorre dentro de uma substância ou entre substâncias que estão em contato físico direto, ou seja, o calor se transmite através da matéria sem que esta se desloque. No fluxo do calor por condução, o calor flui das temperaturas mais altas, onde se encontram as moléculas com maior energia cinética, para as temperaturas mais baixas, onde se encontram as moléculas com menor energia cinética. Assim esta energia é convertida através de transferência de calor.

Na convecção o processo de transferência de calor acontece através do transporte de matéria de uma região mais quente para uma região mais fria. Esta transferência de calor se dá pelo movimento de um fluido, como por exemplo, o ar. A convecção pode ser causada por diferença de temperatura (convecção térmica), ou por movimento de ar forçado gerado pelo vento (convecção forçada).

A transferência de calor convectiva térmica ocorre pelo aquecimento do ar geralmente nas camadas mais baixas da atmosfera em contato com um corpo com temperatura mais alta, o que provoca a expansão desse ar e conseqüente diminuição de sua densidade. Ao ficar mais leve sobe forçando o ar mais frio e denso a descer, transferido desse modo o calor por convecção.

A transferência de calor por convecção forçada é a que se dá através do fluxo do vento. No meio urbano, as superfícies das envoltórias dos edifícios, assim como dos demais elementos urbanos, trocam calor por convecção ao serem expostas ao vento, e esta troca depende da velocidade do vento próxima a superfície, da sua rugosidade e diferença de temperatura.

A transferência de calor por radiação não necessita de meio material para propagar o calor. A transferência se dá por ondas eletromagnéticas através do espaço, com um determinado comprimento de onda. Superfícies mais quentes como, por exemplo, edifícios aquecidos pela radiação solar de onda-curta, transferem calor por radiação de onda-longa para superfícies mais frias, como por exemplo, edifícios vizinhos com menor carga de insolação.

Segundo Santamouris e Assimakopoulos (1997) *apud* Doulos, Santamouris e Livada (2004, p.231), no balanço energético dentro dos *canyons* urbanos, as superfícies das fachadas aquecidas dos edifícios e das ruas, emitem radiação infravermelha que é transmitida para as superfícies dos edifícios e pisos do

entorno. Associado a esse fenômeno, há um aumento da radiação solar absorvida através do processo de múltipla reflexão entre os edifícios, ficando grande parte dessa energia aprisionada no *canyon*.

2.4 A VENTILAÇÃO NATURAL NO MEIO URBANO

2.4.1 Forças que Atuam na Formação do Vento

O vento pode ser definido simplesmente como ar em movimento. De acordo com Pidwirny (200?, p.39), o vento é freqüentemente descrito por duas características, sua velocidade e direção. A velocidade do vento é aquela que é alcançada por uma massa de ar em deslocamento horizontal através da atmosfera. Apesar do deslocamento das massas de ar poder ocorrer em qualquer direção, geralmente é a componente horizontal do fluxo de ar a predominante, bem superior a componente vertical.

De acordo com Olgyay (1998, p.102) a ventilação natural que atinge os edifícios é gerada por forças que podem ser agrupadas em duas categorias: o movimento do ar produzido por diferenças de pressão ou através da troca de ar por diferença de temperatura.

As diferenças de pressão atmosférica são causadas por diferenças de temperaturas, função da distribuição desigual da radiação solar (Figura 06).

Romero (1988) *apud* Carvalho, Corbella e Silva (2005, p.360), afirma que dentro de uma cidade, as diferenças de temperatura de um local em relação a outro, podem provocar uma circulação interna de ar dos pontos mais quentes para os menos aquecidos, o que é mais perceptível em momentos de calmarias.

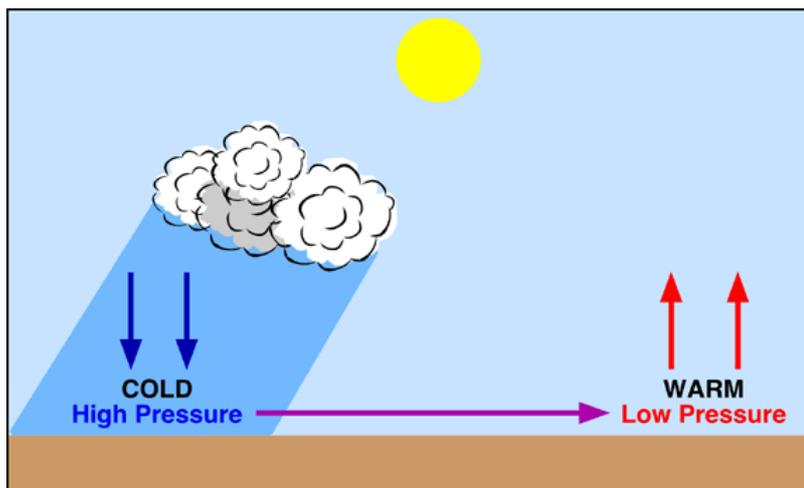


Figura 06: Formação do vento como resultado de diferenças de temperatura localizadas.

Fonte: Pidwirny (200?).

Bittencourt e Cândido (2005, p.40), ao comentarem dados do vento em Recife, observaram que no período da tarde, momento em que a temperatura do ar geralmente está mais elevada, a velocidade do vento se apresenta maior, o que é favorável para facilitar a dissipação de calor nos momentos onde ela se apresenta mais necessária.

2.4.2 A Circulação do Ar na Atmosfera

O vento é resultante de um determinado número de forças de aceleração e desaceleração controladas por leis naturais fundamentais. Como o fluxo de ar tem inércia, quando em movimento, como sugere a Primeira Lei de Newton, tem a tendência de continuar em linha reta, até que seja interrompido por algum obstáculo ou força que altere o seu percurso e velocidade. Segundo Givoni (1998, p.257), o vento próximo ao solo encontra resistência por atrito e em conseqüência sua velocidade é reduzida, e o seu fluxo, que nas camadas superiores é sem distúrbio, passa a assumir um modelo turbulento. Já o fluxo de ar quando em contato com

obstáculos, pode ter sua velocidade reduzida, decorrente da perda de energia por atrito, ou mesmo acelerada, com conseqüências sobre o seu modelo de circulação. A perda de energia é função do grau de rugosidade dos obstáculos e depende da geometria urbana.

A velocidade média do vento aumenta em função de sua altura em relação ao solo, variando ao longo de um eixo vertical de nula, devido à fricção com o terreno, até a velocidade do vento “livre”, sem nenhum efeito de obstáculos. Este perfil vertical do vento é denominado de gradiente da velocidade do vento.

Para regiões de clima quente e úmido o vento assume papel importante através de trocas térmicas no conforto dos habitantes de uma cidade, e o conhecimento de seu comportamento no meio urbano é fundamental para que seja possível potencializar o seu aproveitamento.

2.4.3 A Circulação do Ar no Meio Urbano

Vários estudos têm demonstrado que o processo de urbanização altera o escoamento do vento, trazendo como conseqüência a diminuição da velocidade do vento próximo a superfície e a elevação da camada limite atmosférica (CHANDLER, 1976 *apud* CARVALHO; CORBELLA; SILVA, 2005, p.360). Dentre todos os elementos climáticos, a condição do vento é a mais afetada pela urbanização (GIVONI, 1998, p.259).

Ao modificar as características da morfologia natural, o homem interfere no comportamento das variáveis climáticas. Segundo Silva (1999, p.136):

[...] a interação entre o vento e as modificações feitas na superfície de determinada área ditam o sistema de ventilação resultante dessa interação, seja em situações planejadas, seja em situações inexploradas, como em casos de ocupações já existentes.

Diferente do que ocorre na zona rural, em campos sem obstáculos, a presença dos edifícios dentro do tecido urbano atua como uma barreira ao vento, em geral diminuindo sua velocidade e modificando o seu modelo de fluxo. Chandler (1976), *apud* Givoni, (1998, p.263) apresentou uma representação gráfica, onde ilustra o gradiente da velocidade do vento, comparando o perfil vertical do vento entre a área urbana e suburbana, e o campo aberto (Figura 07).

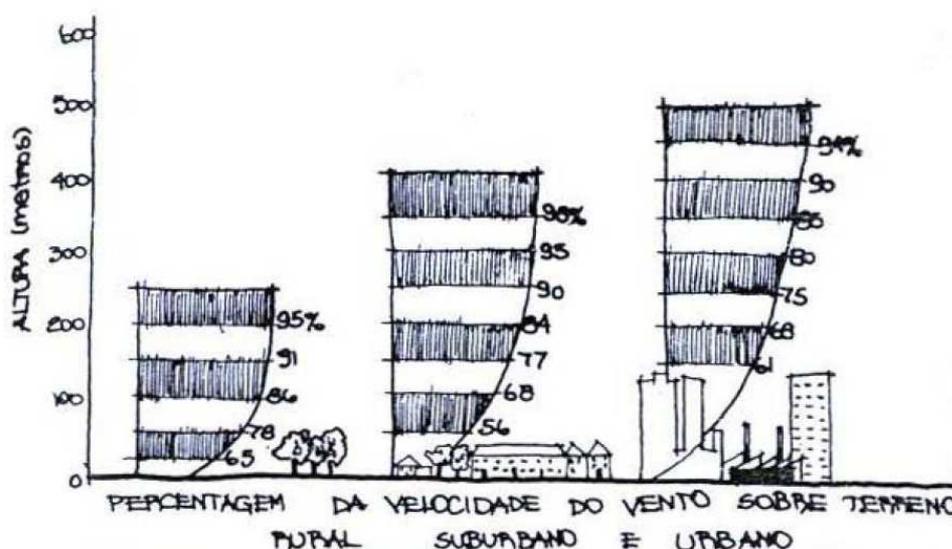


Figura 07: Gradiente da velocidade do vento.

Fonte: Mascaró (1991, p.33) a partir de representação gráfica de Chandler (1976).

A presença de obstáculos de grande volume no tecido urbano torna o vento que circula nesse meio bastante turbulento. Segundo Villas Boas (1983, p.19), a circulação do vento em torno desses obstáculos de uma maneira genérica é descrita de acordo com o seguinte modelo de circulação do vento:

Na superfície frontal do obstáculo a energia cinética do vento desenvolve uma pressão (sobrepessão, ou pressão positiva que, no caso do modelo, é maior no seu centro geométrico da superfície e se reduz à medida que se aproxima das bordas). Na parte mais baixa desta superfície forma-se um vórtice, com fluxo rotacional descendente.

Os fluxos de ar que se separam para as laterais e para cima do obstáculo ganham velocidade nas proximidades das linhas de separação e criam vórtices, com fluxo rotacional espiralado, nas regiões a sotavento, onde se desenvolvem pressões negativas (subpressão ou sucção).

Os fluxos rotacionais e os fluxos não rotacionais (estes continuam sua trajetória seguindo a mesma direção do vento incidente) são separados por uma região de transição e que é praticamente uma membrana que envolve todo o obstáculo com ele contactando somente nas linhas de separação.

De acordo com Villas Boas (1983, p.19), dentro da esteira a circulação do vento ocorre em velocidades menores seguindo a mesma direção do fluxo original, e esta interferência à circulação do vento ainda pode ser observada à uma distância de aproximadamente vinte vezes a altura do obstáculo.

Para Olgyay (1998, p.102), a zona de sombra de vento com baixa pressão que é produzida à sotavento do obstáculo se enche de ar gradualmente e o ar fica em repouso até uma distância aproximadamente o dobro da altura do edifício, vindo o vento a recuperar sua velocidade original apenas à uma distância de aproximadamente sete vezes a altura do obstáculo.

Mas se o edifício (obstáculo) se encontra inserido dentro de um contexto urbano, o modelo da circulação de vento depende da disposição geométrica dos edifícios. Segundo Sánchez (1998) *apud* Sánchez e Alvarez, (2004, p.408), para edifícios relativamente bem espaçados ($H/W < 0,3$) o comportamento do modelo de fluxo de vento é praticamente o mesmo se caso estivessem isolados. Mas no caso de espaçamentos menores, o comportamento da circulação do vento é diferente, e neste caso o fluxo de ar principal desliza sobre o topo dos edifícios e conduz a um vórtice de sotavento, fortalecido pela deflexão para baixo que é produzida pela face à barlavento do edifício seguinte.

O comportamento do vento no tecido urbano é dependente das intervenções humanas. Segundo Silva (1999, p.2):

Da ação dinâmica do homem no organizar o seu espaço, resulta a mudança da rugosidade da parte do solo onde ele atua, com isso alterando a cobertura vegetal, o relevo, através de supressões e/ou inserções no ambiente de elementos tridimensionais que, uma vez em conjunto, influenciam, entre outros elementos de clima, o vento (a sua dinâmica), por

um lado, acelerando ou reduzindo sua velocidade, favorecendo ou retardando as trocas térmicas [...]

Bittencourt, Cruz e Lôbo (2000, p.6) em estudo realizado na orla marítima de Maceió verificaram, para os casos analisados, que o aumento do recuo entre edifícios favorece a distribuição do fluxo de ar no tecido urbano, mesmo que este procedimento implique no aumento da altura dos edifícios, o que indica que o fator recuo é mais importante que a altura dos edifícios quando se trata de ventilação natural da malha urbana.

Da mesma forma, Peregrino (2005, p.151) concluiu em seu estudo para as praias de Tambaú e Cabo Branco, em João Pessoa, que o aumento do afastamento entre os edifícios, mesmo elevando o gabarito dos edifícios para 17 pavimentos, favoreceu a ventilação urbana, com maior facilidade nas trocas térmicas e redução das ilhas de calor urbano.

Segundo Givoni (1998, p.295), em determinadas condições de densidade, para melhores condições de ventilação é preferível ter edifícios altos com um grande espaço aberto entre eles, do que edifícios baixos com afastamento pequeno.

Em estudo da área urbana de Teresina, Castelo Branco e Araújo (2001, p.7) observaram que a diferença significativa encontrada na direção dos ventos, entre duas áreas estudadas com densidades distintas, foi motivada pela ação das alturas dos edifícios e massas edificadas. Verificaram também que a maior velocidade do vento foi registrada na área menos urbanizada.

Silva (1999, p. 132), em ensaios para o bairro do Bessa em João Pessoa, observou que o aumento do gabarito dos edifícios, para um determinado ângulo de incidência do vento e tipologia volumétrica, pode alterar os processos interativos entre o vento e as edificações, amenizando assim as zonas de estagnação.

Para a ventilação urbana, quando se analisa a altura dos edifícios no tecido urbano, o fator mais importante é a diferença nas alturas de edifícios vizinhos (GIVONI, 1998, p.285).

O mesmo é confirmado por Duarte e Serra (2003, p.15) que justificam que a altura variável dos edifícios facilitaria o desvio de uma parcela do fluxo de ar que atinge os edifícios para uma região mais baixa, ao nível dos pedestres. E argumentam que para áreas densamente construídas, com edifícios de aproximadamente mesma altura, o nível das coberturas dos edifícios se comporta como se fosse o nível do solo, e o vento passa a escoar preferencialmente sobre esta superfície criada, a partir da sucessão de diversas superfícies das cobertas dos edifícios.

Segundo Lôbo e Bittencourt (2003, p.61), nos ambientes urbanos com alta densidade construída, como o vento encontra dificuldade para circular no reduzido espaço no interior da malha urbana, ele se apresenta com velocidade muito baixa na região da altura das janelas dos edifícios. O campo de vento urbano, quando comparado com o vento que flui sobre campos abertos, apresenta uma velocidade média menor, e maior variação de velocidade e turbulência (GIVONI, 1998, p.259).

Sánchez e Alvarez (2004, p.408) ressaltam que, apesar da velocidade média do vento dentro da camada de cobertura urbana ser menor do que a apresentada em áreas rurais, em algumas situações o vento urbano se apresenta com maior velocidade, como por exemplo, através da deflexão para baixo das camadas superiores do ar em movimento mais rápido, ao se encontrarem com edifícios mais altos, ou por canalização, como jatos através de ruas com orientação similar à da direção do fluxo.

Segundo Duarte e Serra (2003, p.11), as cidades litorâneas têm a temperatura do ar menos condicionada à forma urbana que as cidades tropicais continentais, já que estão sujeitas a ventos de grande intensidade, que facilitam as trocas térmicas por convecção. Mas Carvalho, Corbella e Silva, (2005, p.361) alertam que os resultados obtidos em estudos em algumas cidades litorâneas brasileiras apontam para uma relação mais complexa, onde a ventilação é condicionada pela forma urbana, e tem suas características originais modificadas, influenciando o seu potencial de resfriamento de determinadas parcelas urbanas.

Para a maioria das cidades, os dados relativos à velocidade e direção dos ventos são obtidos através das estações meteorológicas padrão. Mas segundo Roriz e Barbugli (2003, p.592), a localização das estações climatológicas em aeroportos e locais com baixo índice de ocupação, conduzem a dados que não refletem as reais condições ambientais das cidades, que apresentam situações de ocupação distintas e microclimas diferenciados no interior da malha urbana. Goulart, Lamberts e Firmino, (1998, p.1), explicam que a localização das estações meteorológicas em países em desenvolvimento, se deve ao fato da climatologia ter se desenvolvido mais em função da aviação e agricultura. Segundo Givoni (1998, p.265), os dados de velocidade e turbulência do vento obtidos nas estações padrão, são diferentes daquelas das áreas construídas das cidades, que podem ter velocidade do vento mais baixa e maior turbulência.

2.4.4 A Função da Ventilação Urbana

A ventilação natural é uma das mais efetivas técnicas de resfriamento passivo. Como o meio urbano costuma apresentar temperatura superior à

encontrada no seu entorno, um aumento na velocidade do vento urbano certamente contribui para redução dessa temperatura. Para Olgay (1998, p.52) o movimento do ar em regiões quentes e úmidas, se constitui o principal elemento para se alcançar o conforto.

Segundo Lôbo e Bittencourt (2003, p.59), para climas quentes e úmidos como o de Maceió, a ventilação é importante no resfriamento fisiológico, pela evaporação do suor humano através de trocas de calor por convecção, mas é também importante no resfriamento dos edifícios aquecidos pela radiação solar e ganhos internos de calor. Villas Boas (1983, p.2) cita a importância da ventilação em climas quentes e úmidos para a dispersão de poluentes e resfriamento das envoltórias dos edifícios. O vento atua dentro do tecido urbano como o principal responsável pela remoção do calor das superfícies urbanas, entre elas, as envoltórias dos edifícios.

Segundo Clark (1989) *apud* Lôbo e Bittencourt (2003, p.60), a temperatura do ar e a temperatura radiante, produzem efeitos semelhantes quando a velocidade do vento é baixa, diferente do que ocorre em condições de vento de alta velocidade, quando a temperatura do ar passa a ser mais significativa que a temperatura radiante.

Ahmed (2003, p.108), através de investigação de campo em Dakar, observou um aumento no número de pessoas satisfeitas com temperaturas abaixo de 34° C, quando submetidas a esta temperatura ambiente associada a um fluxo de ar em espaço urbano. Observou também que o fluxo de ar aumenta o limite máximo aceitável de umidade relativa para conforto, e elevam a já notável adaptação local a altas umidades de 70 a 80% (mesmo sem vento), para até 95% com fluxo de ar acima de 2 m/s.

2.5 A MORFOLOGIA URBANA

2.5.1 Morfologia e Clima Urbano

No processo de criação e crescimento das cidades, o homem tem interferido de forma marcante no ambiente natural, modificando suas características físicas e climáticas. Estas modificações geralmente têm afetado negativamente o conforto térmico dos moradores das cidades, pois a falta de instrumentos reguladores através do planejamento urbano, tem favorecido o surgimento de microclimas indesejáveis dentro das cidades.

A modificação do balanço energético local, provocada pela área urbanizada, tem causado mudanças no comportamento das variáveis climáticas. Essas mudanças são decorrentes da transformação de certas características da paisagem natural, como permeabilidade aos ventos e do solo à água, quantidade de vegetação e de superfícies expostas à radiação solar, etc. (ASSIS, 2003, p.146).

Por outro lado Givoni (1998, p.275) enumera diversas características físicas encontradas numa área urbana, que atuam sob o clima urbano, quais sejam: a localização da cidade dentro da região, seu tamanho e densidade construída, características da cobertura do solo, a largura das ruas e posicionamento em relação aos ventos dominantes, a dimensão dos lotes, a altura dos edifícios e seus detalhes específicos que interferem nas condições externas.

Segundo Assis (2005, p.97), a configuração geométrica da área, ou seja, a organização dos edifícios e demais elementos da infraestrutura urbana dentro do tecido urbano, e a inércia térmica das superfícies que compõem o espaço urbano, são condicionantes fundamentais nas características do clima de uma cidade.

Para Golany (1996, p.460-461), as formas físicas das cidades, caracterizadas por suas diferenças no que diz respeito à orientação, composição volumétrica, altura das edificações, conglomerados de edifícios e suas densidades, assim como sua relação espacial com o centro e periferia da cidade, associadas às atividades antropogênicas, estabelecem pacotes de microclimas urbanos na cidade.

Apesar de ser dada pouca importância, pelos planejadores urbanos e profissionais do desenho urbano, para as questões climáticas de uma cidade, o desenho urbano é uma promissora ferramenta para melhorar a qualidade do conforto térmico no meio ambiente externo, já que a forma urbana, associada às propriedades dos materiais que compõem essa forma, tem uma influência significativa na definição dos microclimas em volta dos edifícios (EVANS; DE SCHILLER, 1996, p.361).

2.5.2 A Densidade das Cidades

Com o processo de verticalização que vem enfrentando a maioria das capitais brasileiras, onde as famílias estão migrando de residências unifamiliares para edifícios multifamiliares, tem-se adaptado o parcelamento do solo existente a um novo modelo de edificação, bastante diferente do modelo para o qual foi concebido. Este processo tem levado a um contínuo adensamento do espaço urbano, trazendo conseqüências para o clima das cidades. Segundo Lombardo (1985) *apud* Cavalcante e Veloso (2001, p.4), para as mais altas densidades de população temos associados os mais altos valores de temperatura no tecido urbano.

Castelo Branco e Araújo (2001, p.7-8), em estudo para a cidade de Teresina, Piauí, encontraram as mais altas temperaturas nas localidades com maior

densidade de área construída, e observaram que, entre os elementos de desenho urbano estudados, o aumento da densidade foi o principal responsável pelo aumento da temperatura do ar ambiente, diminuição da umidade relativa, além das modificações na velocidade e direção dos ventos. Da mesma forma Bertacchi e Faria (2003, p.649) observaram as temperaturas mais elevadas nas áreas densamente ocupadas de Bauru, São Paulo. Por outro lado, as temperaturas mais baixas foram encontradas em regiões da cidade com grande recobrimento vegetal.

Assis (2003, p.156), em estudo para a cidade de Belo Horizonte, através de modelo reduzido (modelo “rural” e modelo “urbano”), observou que as maiores discrepâncias entre os dois modelos ocorreram em pontos localizados em áreas densas e verticalizadas, mostrando o potencial dessas áreas em se manterem mais aquecidas que as demais áreas da cidade, nos períodos de céu claro e calmaria.

Contudo, segundo Krüger e Rossi (2005, p.975), que realizaram um estudo para a cidade de Curitiba, Paraná, com o objetivo de investigar a influência da ocupação do solo sobre variação de temperatura local, verificaram que nem sempre o aumento de temperatura do ar está associado ao aumento de densidade. Verificou-se em algumas localidades da cidade, uma relação inversa entre a variação de temperatura e a percentagem de ocupação do solo, e em algumas outras localidades com percentagem de ocupação muito próximas umas das outras, uma diferença significativa nas temperaturas do ar ambiente.

Carvalho (2006, p.146), em estudo para João Pessoa observou diferenças de comportamento da temperatura do ar em relação a taxa de ocupação para diferentes direções do vento, e concluiu que dependente da orientação dos ventos incidentes, a correlação entre a temperatura do ar e a taxa de ocupação foram diretas ou inversas.

2.5.3 O Fator de Visão do Céu (FVC)

O Fator de Visão do Céu (FVC) é um parâmetro adimensional, representado por um valor entre zero e um, que diz respeito à fração de céu visível, num ponto de referência, em comparação à fração de céu sobre uma superfície plana horizontal sem obstrução da visão do céu. Dentro do contexto urbano o seu valor geralmente é menor que a unidade, já que a geometria urbana normalmente causa obstruções do horizonte.

Assim, a área visível do céu é resultante das características tridimensionais dos elementos que compõem os *canyons* urbanos.

A obstrução da abóbada celeste pelos edifícios, e demais elementos urbanos que possam obstaculizar as trocas radiantes de onda-longa e onda-curta, interferem decisivamente no balanço térmico da área urbana. Se por um lado, é menor o ganho de radiação de onda-curta difusa e direta por sombreamento, advinda da radiação solar, por outro lado, como o fundo do céu normalmente apresenta uma temperatura mais baixa que a da superfície da terra, a diminuição do fator de visão do céu, pode dificultar as trocas térmicas entre as superfícies urbanas e o céu, e diminuir a perda por radiação de onda-longa do calor urbano, que ocorrem principalmente à noite com o céu frio.

De acordo com a International Association for Urban Climate - IAUC (ca. 2005, p.4) para noites de céu claro e calma, a magnitude da perda de radiação de onda-longa é proporcional a sua exposição ao céu, ou seja ao Fator de Visão do Céu.

O balanço total entre o ganho solar e a perda de calor através da emissão de onda-longa pelas paredes e cobertas dos edifícios e solo, é quem determina o

balanço térmico da área urbana, e como essa perda ocorre de forma mais lenta na área urbana do que na área rural do entorno, mais altas temperaturas são encontradas na área urbana (LOW ENERGY ARCHITECTURE RESEARCH UNIT-LEARN, 2005, p.38).

2.5.4 Vegetação e Cobertura do Solo

A utilização das áreas verdes nas cidades, como elemento de moderação do clima urbano, vem ocorrendo com muita frequência em todo o mundo, e com resultados bastante eficazes.

Segundo Olgyay (1998, p.51), as características naturais do terreno, devido principalmente às qualidades refletoras das suas diferentes superfícies, têm a propriedade de tender a moderar as temperaturas extremas e estabilizar as condições climáticas. A cobertura de vegetação atua como absorvedor de parte da radiação solar e se resfria através da evaporação, reduzindo dessa forma as temperaturas.

Como as folhas das árvores apresentam temperaturas mais baixas que as superfícies “rígidas” do meio urbano, a radiação de onda-longa emitida pelas folhas é menor que a emitida pelas superfícies “rígidas” dos edifícios e elementos urbanos, e dessa forma a carga de calor por radiação é menor para o ser humano em áreas verdes (GIVONI, 1989, p.307).

Para Sánchez e Alvarez (2004, p.409), as árvores, apesar de atuarem como escudo contra o vento – o que nem sempre é interessante, principalmente em regiões de clima quente e úmido – desempenham um importante papel no clima urbano, através de sombreamento e resfriamento dos efeitos da radiação solar. Esta

é absorvida pelas árvores e dissipada para o meio ambiente por evapotranspiração e troca de calor sensível. Givoni (1998, p.396) entende que a sombra das árvores é sempre muito importante para amenizar o clima em regiões quentes e úmidas, mas alerta que o bloqueio do vento e o aumento do nível de umidade pela evaporação das folhas, pode ser negativo para o conforto térmico humano, principalmente nos momentos de baixa velocidade dos ventos.

Cavalcante e Veloso (2001, p.8), em estudo para a cidade de Natal, sugerem a utilização de vegetação para sombreamento e para recobrimento do solo, com o objetivo de reduzir a absorção da radiação difusa que é muito intensa em região de clima quente e úmido. E afirmam que a redução dessa radiação é a condição principal para a promoção do conforto no ambiente urbano.

Segundo Givoni (1998, p.318), a influência da vegetação no clima de uma cidade depende da proporção existente entre áreas verdes, tanto públicas como privadas, e a área urbana construída. Jauregui (1990) *apud* Wong e Yu (2005, p.548) avaliou o comportamento de um parque urbano na cidade do México, o Parque Chapultepec, e verificou que a temperatura do ar ambiente se encontrava 2,0 a 3,0° C mais baixa que a da área urbanizada em sua volta, e que a sua influência na amenização da temperatura urbana se estendia por 2 Km, equivalente a sua largura.

Duarte e Serra (2003, p.9) respaldados em vários estudos antecedentes, que observaram apenas um efeito localizado das áreas verdes dentro das cidades, recomendam a adoção de pequenos parques distribuídos na malha urbana, em vez de um menor número de parques maiores, mas com a mesma área total.

Na análise do efeito do controle da radiação solar em edifícios a partir da utilização do sombreamento das árvores, no campus da Agricultural University of

Athens, Papadakis, Tsamis e Kyritsis (2001, p.833-834-835) observaram que apesar da radiação no trecho de fachada do edifício sem proteção de árvores (na maior parte do período diurno) ser maior que no trecho sombreado pelas árvores, durante o período noturno as árvores atuam como barreira à dissipação de calor pela fachada do edifício. Desse modo no período diurno, a parede não sombreada tem sua temperatura elevada em vários graus além da temperatura da parede sombreada, mas no período noturno, ambas as temperaturas se aproximam. Foi observado que a temperatura mínima da superfície do trecho da fachada sombreada no período noturno se apresentou levemente mais alta que a do trecho de fachada não sombreada.

2.5.5 Orientação e Largura das Ruas

As ruas que compõem uma malha urbana além das funções básicas de circulação de veículos e pedestres, têm um papel preponderante no conforto térmico do espaço urbano. São as ruas, através de suas larguras, que determinam grande parte da distância entre os edifícios, com impacto direto sobre o potencial de ventilação e utilização solar dos edifícios.

Segundo Castelo Branco e Araújo (2001, p.8), as ruas orientadas na direção dos ventos dominantes, são as que apresentam maiores velocidades de vento, sendo a largura das ruas o fator decisivo para o aumento dessa velocidade, muito embora as edificações altas tenham maior influência na aceleração dessa velocidade que a própria largura das ruas. Contudo, Silva (1999, p. 132), observou em ensaio em túnel de vento que, dependendo da geometria dos edifícios, o

escoamento longitudinal ao longo das calhas das ruas não é canalizado para o interior do loteamento, ocorrendo sim uma elevação da camada limite atmosférica.

Para Givoni (1998, p.288), a orientação das ruas interfere decisivamente no clima urbano, por possibilitar maior ou menor circulação do ar no tecido urbano, por estabelecer qual o potencial de ventilação para cada um dos edifícios de uma rua, e por permitir definir a quantidade de sol e sombra às quais as ruas, suas calçadas e edifícios ao longo delas estarão expostos.

2.6 OS CANYONS URBANOS

2.6.1 Temperatura das Superfícies dos *Canyons* Urbanos

O balanço térmico que ocorre dentro dos *canyons* urbanos é elemento determinante da temperatura das superfícies urbanas. Diversos fatores como morfologia do entorno, fator de visão do céu, orientação, etc., associados às propriedades óticas e térmicas dos materiais utilizados no meio urbano, como albedo e emissividade são responsáveis pelo comportamento das superfícies urbanas frente à radiação solar.

O complexo processo de trocas térmicas através da incidência da radiação de onda-curta nas superfícies, refém do grau de exposição destas, além das trocas térmicas por radiação de onda-longa, entre as superfícies e entre estas e o ar do entorno, em conjunção com a capacidade do espaço urbano de remover o calor através dos fluxos de ar, definem a temperatura das superfícies dos *canyons* urbanos.

Vários estudos vêm sendo realizados em *canyons* urbanos por todo o mundo para identificação dos fenômenos que ocorrem dentro desses espaços. Estudos realizados por Santamouris, Papanikolaou e Koronakis (1997), *apud* LEARN (2005), em doze *canyons* urbanos em Atenas, Grécia, com orientação N-S, NE-SW e SE-NW, concluíram que em relação à temperatura das fachadas dos edifícios que compõem os *canyons* urbanos, as mais altas temperaturas durante o período diurno ocorreram nas fachadas voltadas para Sul ou quase Sul, comparativamente com as voltadas para o Norte ou quase Norte. Observaram também diferenças máximas de até 19,0° C para medições simultâneas de fachadas opostas dos *canyons*, e diferenças de até quase 14,0° C em relação às máximas diurnas dessas mesmas fachadas. As mais baixas diferenças de temperaturas simultâneas entre fachadas opostas ocorreram ao nível do solo e aumentaram gradativamente para alturas superiores.

Tanto nas fachadas com orientação S, SW e SE, como nas com orientação N, NE, NW, as mais baixas temperaturas ocorreram no nível do solo, sendo as voltadas para S, SW e SE as que tiveram maior amplitude no gradiente de temperatura.

Foi observado no mesmo estudo que algumas vezes as superfícies de alturas médias, dos pavimentos intermediários, apresentaram as mais altas temperaturas. Isto pode ser explicado pelo fato de receberem quase a mesma radiação solar dos pavimentos superiores, além da radiação infravermelha do edifício oposto, e também devido aos fluxos convectivos mais baixos, decorrentes da menor velocidade do vento nesse nível.

Nas fachadas voltadas para N, NE e NW as diferenças entre as superfícies intermediárias e dos pavimentos superiores não foram significativas, pois

a maior radiação solar dos pavimentos superiores foi compensada pelos ganhos adicionais radiativos e convectivos dos pavimentos intermediários.

Em estudo realizado em Singapura, para dois edifícios residenciais, Wong *et al.* (2004, p.72/88-89) observaram em medições realizadas em três níveis diferentes das fachadas Este e Oeste, que os pavimentos intermediários apresentaram as mais altas temperaturas de superfícies e os pavimentos superiores as mais baixas temperaturas. Atribuem o fato à maior velocidade dos ventos nos pavimentos superiores, que aumentaram as trocas térmicas por convecção, apesar destes pavimentos receberem uma intensidade de radiação similar às dos pavimentos intermediários. Os pavimentos mais baixos apresentaram temperatura de superfície entre a dos pavimentos intermediários e superiores, justificada pelo sombreamento de árvores e por edifícios do entorno, que compensaram a menor velocidade do vento nesse nível.

2.6.2 Temperatura do Ar nos *Canyons* Urbanos

Da mesma forma que ocorreu no estudo das temperaturas das fachadas, de acordo com LEARN (2005), foram também realizados estudos por Santamouris *et al.*, em doze *canyons* urbanos em Atenas, Grécia, com orientação N-S, NE-SW e SE-NW, para o estudo do comportamento da temperatura do ar dentro deles.

Foi observado que a temperatura do ar dentro dos *canyons* é influenciada pelas temperaturas das superfícies, devido às transferências por convecção, havendo uma fraca conexão entre a geometria do *canyon* e a temperatura do ar.

O estudo revelou que a estratificação da temperatura do ar dentro do *canyon* não é significativa, já que as diferenças máximas de temperatura raramente

excederam 2,0° C a 3,0° C, não sendo observado nenhum modelo vertical de temperatura, apenas na maioria dos casos, as temperaturas mais baixas foram registradas próximo ao nível do solo e aumentaram em função da altura, seguindo a temperatura das fachadas.

Foi observado o desenvolvimento de um “filme” de ar próximo às fachadas, com temperatura diretamente relacionada com a temperatura da fachada no mesmo ponto. Contudo, a temperatura do ar observada no meio do *canyon* se mostrou geralmente menor que a do “filme” de ar, e ambas apresentaram temperaturas sempre superiores às observadas no ar sem distúrbio acima dos *canyons*. Diferente do que ocorre com o filme de ar, a temperatura do ar no meio do *canyon* está mais sujeita aos fluxos de ar divergentes. Devido ao transporte vertical e horizontal do ar dentro dos *canyons*, a temperatura do ar próximo às superfícies foi aumentada, e se obteve uma temperatura do ar entre a temperatura das superfícies e a do ar sem distúrbio.

A comparação entre a temperatura do ar e a das fachadas durante o período de verão, mostrou que as fachadas com orientação S-SW e SE apresentaram diferenças de temperatura de até 13,0° C, enquanto que as voltadas para N-NW e NE apresentaram diferenças máximas de 10,0° C.

O resultado do estudo nos doze *canyons* urbanos mostrou que a temperatura do ar no meio do *canyon* não é influenciada pela orientação das ruas nem pela configuração dos *canyons*, mas é principalmente controlada pelos processos dos fluxos de ar. É importante observar que estes estudos foram realizados em climas bastante distintos dos climas quentes e úmidos de regiões tropicais, que possivelmente apresentam diferenças nas suas variáveis.

Capítulo 3

CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

3.1 ASPECTOS CLIMÁTICOS DO RECIFE

A cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco, é uma cidade litorânea, situada às margens do Oceano Atlântico e localizada a 08° 08' de latitude ao Sul da linha do equador, e longitude Oeste de 34° 55', com altitude média de 11m. De acordo com o zoneamento bioclimático brasileiro, proposto no Projeto de Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2003b, p.3), a cidade do Recife está inserida na zona climática Z8, de clima quente e úmido (Figura 08).

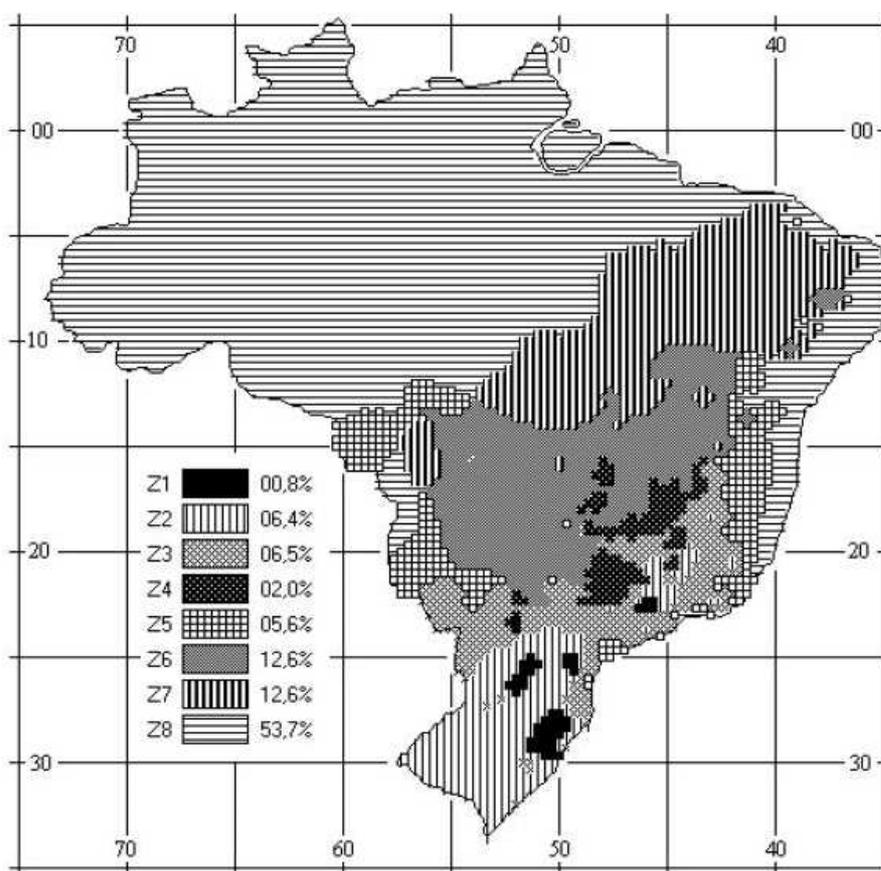


Figura 08: Zoneamento bioclimático brasileiro.

Fonte: ABNT (2003b, p.3).

Segundo Goulart, Lamberts e Firmino (1998, p.216 *et seq.*), baseados em dados coletados na Estação Meteorológica do Aeroporto Internacional dos Guararapes, no período de 1951 a 1970, a cidade do Recife apresentou nesse

período uma temperatura média anual de 25,9° C, com baixa amplitude anual de 5,0° C, onde a temperatura média das máximas foi de 28,5° C e a temperatura média das mínimas foi de 23,5° C. A média anual de umidade relativa foi de 78%, enquanto a velocidade média do vento foi de 3,7 m/s, com maior freqüência na direção do quadrante Sudeste, e predomínio na direção Sudeste nos meses de janeiro a março, setembro, outubro, predomínio na direção Sul de abril a agosto, coincidindo com o período de maior precipitação pluviométrica, e, finalmente com predomínio na direção Leste nos meses quentes de novembro e dezembro.

A topografia plana do local de estudo, coerente com a encontrada no aeroporto local, não exerce influência significativa nos resultados climáticos.

Lôbo e Bittencourt (2003, p.60) analisaram o horário do vento para quatro horários distintos na cidade do Recife e verificaram que a velocidade do ar se apresentou maior nos períodos do dia com temperaturas mais elevadas.

3.2 EVOLUÇÃO URBANA DO RECIFE

A estrutura urbana do Recife vem se modificando ao longo de cinco séculos. Assim é comum o convívio com estruturas antigas e mais recentes, algumas em processo lento de transformação e outras em processo de grande dinamismo.

Nas últimas décadas, com o acréscimo populacional, o município do Recife, tem acompanhado em parte, um modelo de ocupação intensivo, onde as edificações residenciais unifamiliares vêm sendo substituídas por edificações multifamiliares, num processo de verticalização da cidade.

De acordo com a Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente do Recife - SEPLAM (2005), em diagnóstico dos problemas do município do Recife, verificou-se que o processo de verticalização e adensamento construtivo da cidade do Recife vem sendo realizado de forma indiscriminada em parte do território da cidade, com desprezo dos recursos naturais e sobrecarga na infraestrutura existente.

Este processo de verticalização, segundo os mesmos autores, encontra uma cidade carente de espaços com vegetação, correspondente a apenas 2,17% da área total do município, percentual que é aumentado para 4,20%, caso sejam considerados nos cálculos a área arborizada do sistema viário da cidade.

Mas os problemas de adensamento construtivo da cidade do Recife não são recentes. Só em 1953, através da Lei 2.590, é que foram definidos parâmetros de afastamento das edificações em relação às divisas do lote com a utilização de fórmulas matemáticas (MEDINA, 1996, p.76). Contudo, segundo Silva (2002), as legislações de uso e ocupação do solo para a cidade do Recife que sucederam a Lei 2.590 de 1953, até a atual Lei nº 16.176 de 1996 ampliaram gradativamente a potencialidade de uso e verticalização do lote, sempre fiéis aos interesses dos agentes imobiliários e de todos os demais relacionados com o rendimento econômico do solo urbano. Essa gradativa permissividade só contribuiu para o aumento do adensamento urbano e de todos os problemas a ele relacionados.

Silva (2002, p.117), no estudo do binômio elevador-verticalização, identificou quatro momentos de verticalização da cidade de Recife, sendo o primeiro momento de 1914 a 1946, denominado de pré-verticalização; o segundo momento de 1947 a 1964, denominado de verticalização em expansão; o terceiro momento de

1965 a 1985, o da fase da verticalização adensada e o quarto momento de 1986 até os anos 90, o da fase de desaceleração da verticalização.

De acordo com Duarte (2001) *apud* Duarte e Serra, (2003, p.18):

Para médias e grandes cidades a verticalização é irreversível. Porém apesar dos avanços dos últimos anos, muitas questões ainda estão sem resposta. O estabelecimento de parâmetros para adensamento e verticalização, por exemplo, ainda são pontos polêmicos entre os pesquisadores.

De acordo com os censos demográficos de 1991 e 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (1991 e 2000), a população do município do Recife passou de 1.298.222 habitantes em 1991 para 1.422.905 habitantes em 2000, o que representa um aumento de 9,6% no total da população do município.

Ainda segundo o censo demográfico de 1991 (IBGE, 1991) o município do Recife, naquela época, possuía um total de 241.599 casas e 63.429 apartamentos, o que representava respectivamente 79% e 21% do total de domicílios no município, o que garantia um aspecto predominantemente horizontal à cidade. Porém a avaliação do número de empreendimentos aprovados ou licenciados de 1996 a maio de 2003 mostra que apenas 2,01% dos imóveis aprovados ou licenciados foram edificações de um a dois pavimentos, sendo todo o restante constituído por edifícios acima de três pavimentos, demonstrando uma forte tendência a verticalização da cidade, com a maioria das edificações (68,01%) acima de 16 pavimentos (Tabela 01).

Observa-se assim que o município do Recife, amparado pela legislação vigente, vem enfrentando um crescente adensamento construtivo e verticalização, carente de uma adequada infra-estrutura para receber essa demanda construtiva, e ainda com o poder público aparentemente despreparado para avaliar os impactos bioclimáticos advindos desse crescimento inconseqüente.

Tabela 01: Quantidade de empreendimentos por intervalo de pavimentos dos projetos aprovados ou licenciados de 1996 a maio de 2003

| Intervalo | Empreendimentos | |
|--------------|-----------------|---------------|
| | Valor Absoluto | % |
| 1 a 2 | 9 | 2,01 |
| 3 a 5 | 38 | 8,50 |
| 6 a 10 | 53 | 11,86 |
| 11 a 15 | 43 | 9,62 |
| 16 a 20 | 105 | 23,49 |
| 21 a 25 | 106 | 23,71 |
| 26 a 30 | 53 | 11,86 |
| > 30 | 40 | 8,95 |
| Total | 447 | 100,00 |

Fonte: DIRCON/SEPLAM

3.3 O CRESCIMENTO DO BAIRRO DE BOA VIAGEM

O bairro de Boa Viagem se desenvolve ao longo do litoral sul do município do Recife, e ocupa uma área de 738,1 ha. equivalente a 3,22% da área total deste município, muito embora detenha, segundo dados do IBGE (IBGE, 2000), uma população de 100.388 habitantes equivalente a 7,05% da população total deste mesmo município (Figura 09).

**Figura 09:** Mapa da cidade do Recife - destaque para o bairro de Boa Viagem.

Fonte: Adaptado a partir do mapa síntese do Projeto Capital da Prefeitura Municipal do Recife – 1999.

Segundo Silva (2002, p.100-101), o início do processo de construção de edificações verticais em Boa Viagem, ocorreu em 1954 com a construção do Hotel Boa Viagem, seguido poucos anos depois com a construção do Edifício Califórnia (Figuras 10 e 11).

Esse processo foi fortemente acelerado a partir da década de 70, com o surgimento de um mercado imobiliário dinâmico, voltado para a classe média, não só em Boa Viagem, mas também nos bairros de Espinheiro e Graças (SEPLAM, 2005).



Figura 10: Hotel Boa Viagem (década 50).
Fonte: Coleção Arnaldo G. Pereira – FUNDAJ.



Figura 11: Edifício Califórnia (década 50).
Fonte: Museu da Cidade do Recife.

Os bairros que apresentam os maiores índices de verticalização estão associados à marcante participação do capital do Banco Nacional de Habitação – BNH (MEDINA, 1996, p.110), instituído a partir de 1964, no início do regime autoritário. A política de habitação através de financiamentos do BNH se estendeu até meados da década de 90, e provocou profundas alterações no espaço urbano, principalmente em Boa Viagem (Figura 12).

Segundo SEPLAM (2005), em 1996 as maiores áreas construídas no município do Recife estavam concentradas em Boa Viagem, onde 43% das unidades habitacionais se encontravam em edifícios com mais de 10 pavimentos. Já em 2003 este percentual passou para 57% das unidades habitacionais do bairro, sendo que dessas unidades, 4,19% tinham acima de 20 pavimentos.

Neste curto intervalo de tempo, o bairro de Boa Viagem sofreu um dinâmico processo de crescimento, ditado pela especulação imobiliária, que conduziu a expansão do bairro a partir da orla marítima com conseqüências danosas para a circulação dos fluxos de ar na malha urbana do bairro. A “muralha” formada pelos edifícios ao longo da orla marítima funciona como barreira, com tendência a deslocar o fluxo de ar para a camada acima da coberta dos edifícios, além de provocar sombreamento da praia de Boa Viagem.



Figura 12: Avenida Boa Viagem e Rua Prof. Mário de Castro – (década 70).

Fonte: URB Recife – Envelope 6-250.

A curva de crescimento do bairro de Boa Viagem foi acentuada a partir da promulgação da Lei dos Doze Bairros, em 2001 que, com o aumento das restrições de uso e ocupação do solo, imposta por esta lei a outros doze bairros de classe média do município, que também vinham em processo de adensamento construtivo, parece ter canalizado o vigor do mercado imobiliário para o bairro de Boa Viagem.

Segundo a SEPLAM (2005), de 1996 a maio de 2003, no bairro de Boa Viagem se concentraram 22,64% do total da área em construção ou a ser construída no município do Recife, enquanto os demais doze bairros, em conjunto, com área total equivalente à de Boa Viagem, somaram 34,93%. Após 2001, com a promulgação da lei, os doze bairros totalizaram apenas 16,55% dos projetos aprovados ou licenciados, contra 33,87% do total de área construída dos projetos para Boa Viagem (Figura 13).



Figura 13: Bairro de Boa Viagem em 2004.

Fonte: Acervo do autor – novembro 2004.

3.4 OS EDIFÍCIOS ESTUDADOS

Com a crescente verticalização e adensamento construtivo da cidade do Recife, e em especial do bairro de Boa Viagem, que se apresenta entre as localidades da cidade com os maiores índices de crescimento, como visto anteriormente, é urgente a necessidade de estudos que procurem investigar os impactos ambientais causados pelas transformações urbanas decorrentes desse

modelo de crescimento. Tendo isto em foco, procurou-se investigar a inter-relação térmica entre dois edifícios residenciais multifamiliares, inseridos em uma parcela urbana do bairro de Boa Viagem, e que fossem representativos do modelo de ocupação do solo que vem ocorrendo no bairro.

Para o estudo foram escolhidos o Edifício Saint Denis, e o Edifício Castelo de Avignon, ambos situados em lotes adjacentes, situados na Rua Professor Mário de Castro nº 192 e nº 222 respectivamente, no bairro de Boa Viagem, em região denominada Setúbal. Diferente do lote de meio de quadra onde está implantado o Edifício Castelo de Avignon, o lote do Edifício Saint Denis é de esquina com a via local da Avenida Visconde de Jequitinhonha (Figura 14).

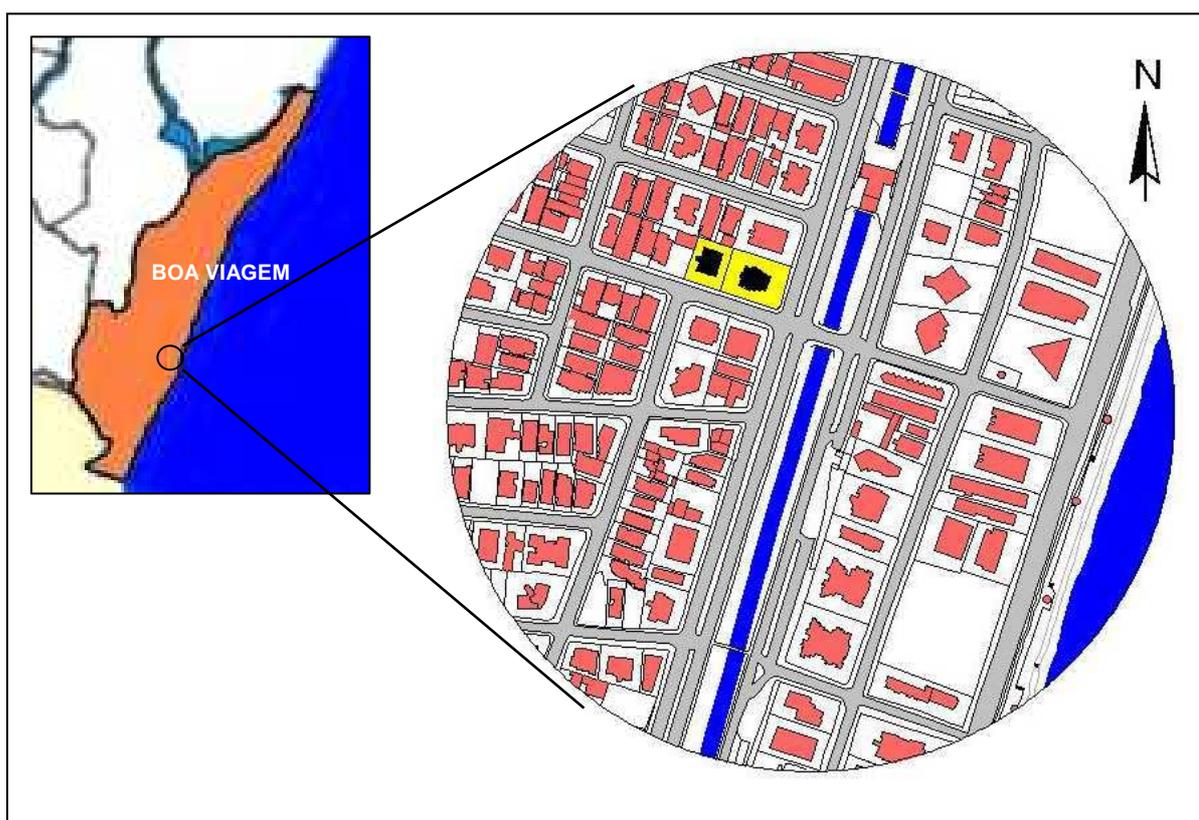


Figura 14: Mapa de Boa Viagem com situação dos edifícios em estudo.

Fonte: Adaptado a partir do mapa síntese do Projeto Capital da Prefeitura Municipal do Recife – 1999 e UNIBASE da CONDEPE/FIDEM.

Os edifícios estão situados em região plana de uma parcela do bairro de Boa Viagem a uma distância em torno de 220 metros da orla marítima da praia de

Boa Viagem. Esta parcela do bairro segue o mesmo modelo de crescimento do restante do mesmo, onde o mercado imobiliário privilegia os terrenos mais próximos da orla marítima, face ao melhor retorno financeiro do investimento.

Desse modo, se observa um maior adensamento construtivo e verticalização a partir da orla da praia de Boa Viagem, e que diminui gradativamente à medida em que se avança em direção Oeste (Figura 15).

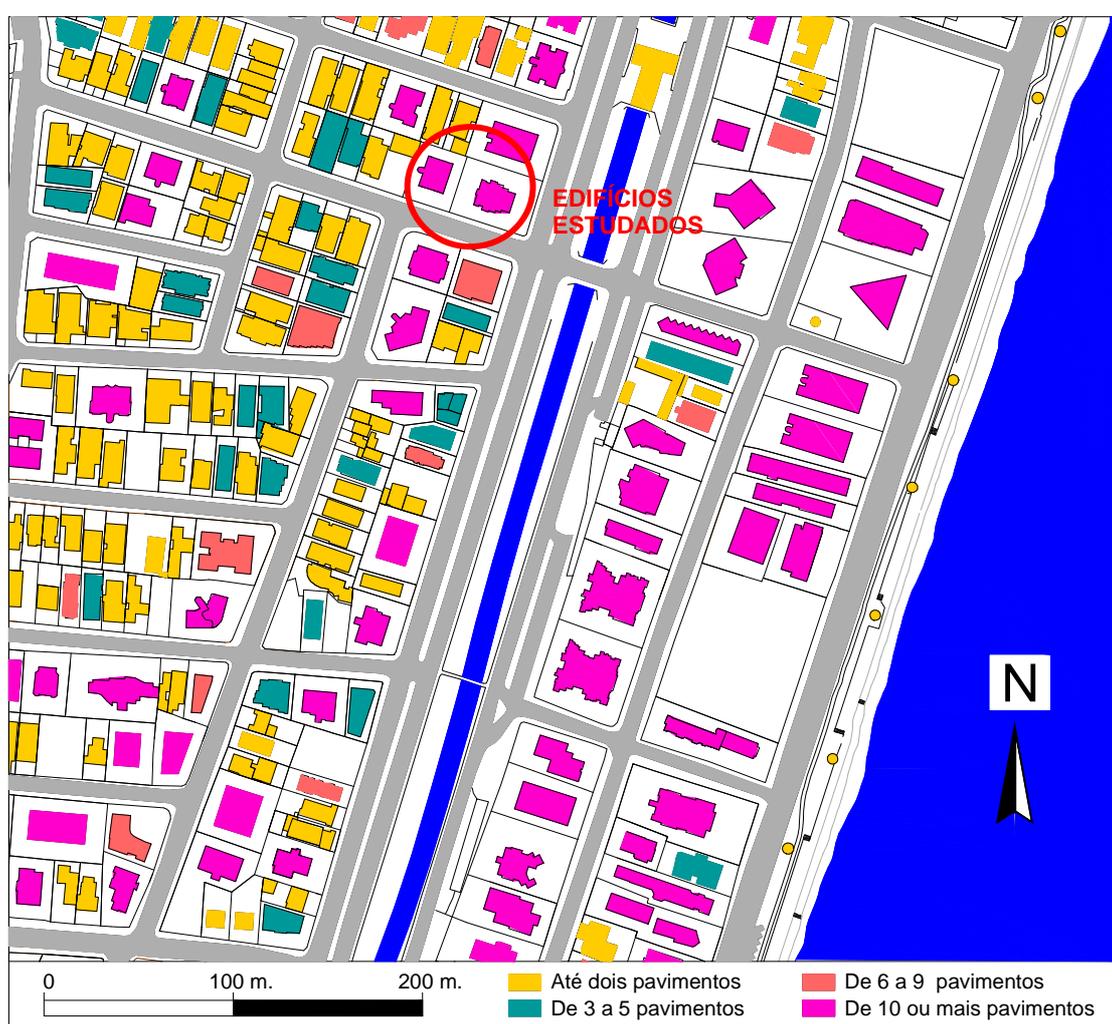


Figura 15: Mapa de trecho de Boa Viagem com altura das edificações no entorno dos edifícios em estudo – situação em maio de 2005.

Fonte: Adaptado a partir de UNIBASE da CONDEPE/FIDEM.

O intenso adensamento construtivo e verticalização dos setores do bairro próximos à orla marítima se constitui em uma barreira à circulação dos ventos

dentro da malha urbana, comprometendo as condições térmicas dos edifícios situados à sotavento, pois os ventos dominantes na região, provenientes do quadrante Sudeste em sua maioria, são barrados por uma sucessão de edifícios altos, e próximos uns dos outros, com disposição do conjunto arquitetônico, perpendicular aos ventos dominantes (Figura 16).

3.4.1 Características dos Edifícios Estudados

O Edifício Castelo de Avignon, que nesse trabalho será identificado como Edifício C é uma edificação de 17 pavimentos, sendo o primeiro e o segundo destinados a garagens, 14 pavimentos tipo, com dois apartamentos por andar (3º ao 16º pavimentos) e um de cobertura (17º pavimento) destinado ao lazer e casa de máquinas dos elevadores. Sua construção foi concluída em 1993, e o projeto arquitetônico foi elaborado conforme os parâmetros da Lei de Uso do Solo nº 14511 de 1983.

O Edifício C tem as suas envoltórias revestidas em cerâmica 10 x 20 cm da marca Portobello, linha arquiteto, nas cores azul real e neve (branca), dispostas alternadamente na fachada com orientação predominantemente Leste, posicionada a sotavento do Edifício Saint Denis (Figura 17). A normal à fachada em estudo do Edifício C está posicionada à 98º da orientação Norte, e a mesma se encontra paralela à fachada do Edifício Saint Denis também integrante do estudo.

O revestimento do piso do segundo pavimento de garagem é em granilite na cor cinza, com muretas revestidas em cerâmica 10 x 20 cm na cor branca, igual a da fachada do edifício, e com arremate na sua face superior em chapim de concreto aparente.

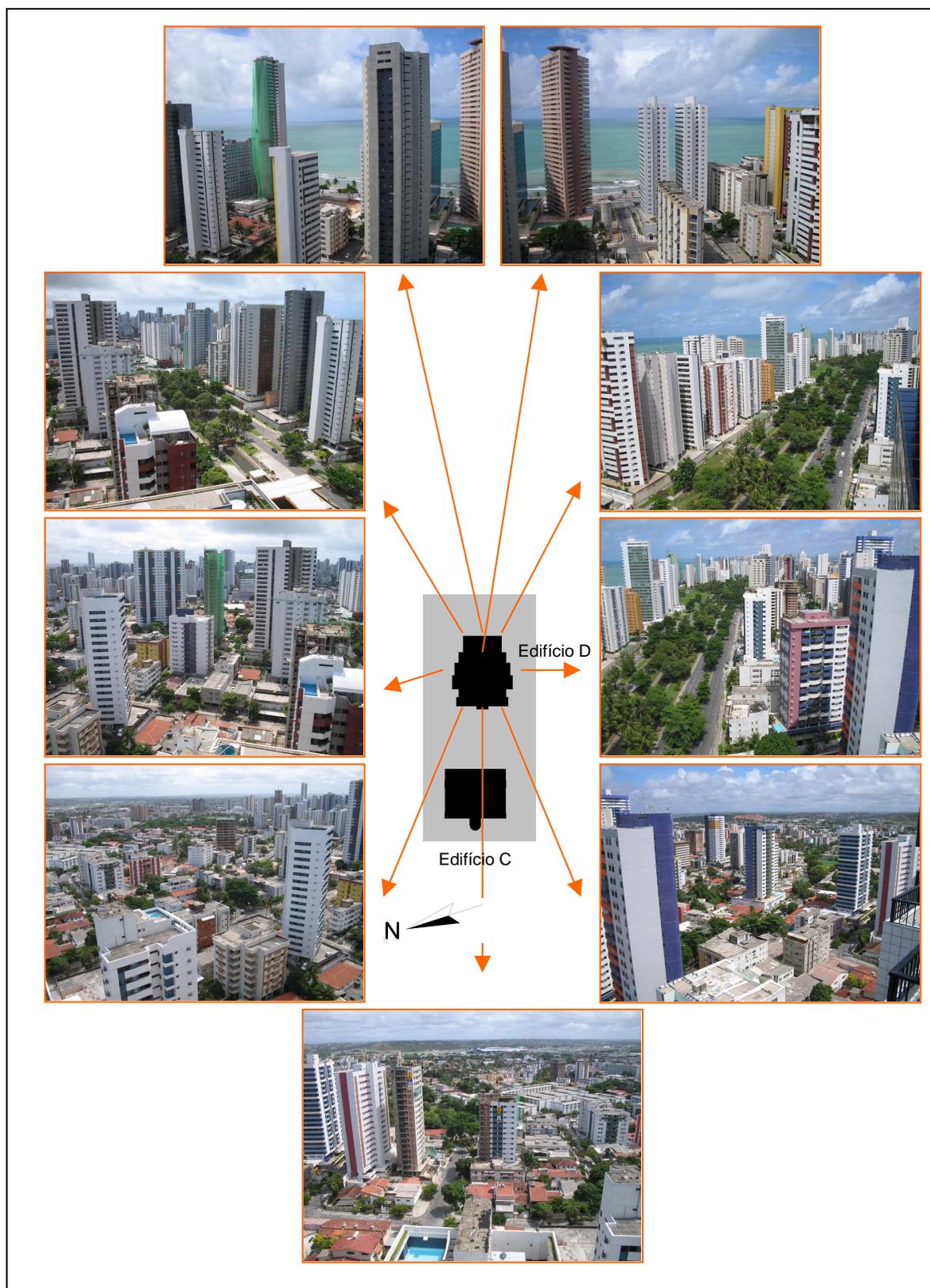


Figura 16: Imagens do entorno dos edifícios estudados a partir do Edifício D.
Fonte: Acervo do autor – maio 2005.

O Edifício Saint Denis, que nesse trabalho será identificado como Edifício D, é uma edificação composta por 25 pavimentos, sendo o primeiro e o segundo destinados a garagens, do 3º ao 24º encontram-se os pavimentos tipo, ocupados com dois apartamentos, e o último (25º pavimento) destinado a área de lazer. Todo o edifício é revestido basicamente por três tipos de revestimentos. A fachada frontal (Leste) e as fachadas laterais (Norte e Sul), são revestidas em cerâmica 20 x 20 cm da marca Portobello, linha arquiteto na cor neve (branca), e cerâmica 10 x 10 cm da mesma marca, linha marajó na cor azul petróleo (azul bastante escuro, já próximo da cor preta). A fachada com orientação Oeste do Edifício D, voltada para a fachada Leste do Edifício C, objeto de estudo deste trabalho, tem revestimento acrílico Permalit da Ibratin na cor bege, exceto por duas faixas de aproximadamente 1,10 cm de largura nas extremidades da fachada e no coroamento do edifício, que são revestidas em cerâmica 10x10 cm, marca Portobello, na cor azul petróleo. A caixa de escada pertencente a essa mesma fachada é toda em revestimento acrílico Permalit da Ibratin na cor bege (Figura 18).



Figura 17: Edifício Castelo de Avignon (Edifício C).

Fonte: Acervo do autor – junho 2006.



Figura 18: Edifício Saint Denis (Edifício D).

Fonte: Acervo do autor – junho 2006.

O piso do segundo pavimento de garagem é em concreto aparente, e muretas rebocadas e pintadas com tinta texturizada acrílica, na cor branca, com chapim em mármore branco, exceto as paredes da rampa de acesso dos automóveis que são revestidas em cerâmica cor neve 20 x 20 cm.

A região compreendida entre o Edifício C, e o Edifício D, é em sua maioria destituída de vegetação, com exceção de uma árvore que se encontra próxima à lateral direita da fachada oeste do Edifício D, e que pode causar pequena interferência no balanço térmico entre os dois edifícios, além da vegetação que aflora, no segundo pavimento do Edifício C proveniente de uma faixa estreita de jardim do pavimento térreo (1º pavimento), pequenas jardineiras no segundo pavimento do Edifício C e pequeno trecho em grama e “cobograma” no trecho inferior da rampa de acesso dos veículos do Edifício D.

Como a legislação exige que os construtores imobiliários reservem um determinado percentual da área do terreno como solo natural no projeto de arquitetura, para ser utilizado como jardim, sem, no entanto fixar parâmetros para concentração dessa área de solo natural, eles freqüentemente integralizam esse percentual através de um somatório de áreas residuais do projeto de arquitetura, fragmentadas em pequenas parcelas com vegetação.

O Edifício D faz divisa ao Norte com o Edifício Islamorada de 17 pavimentos; à Leste com a via local da Avenida Jequitinhonha e a Oeste com o Edifício C. O Edifício C faz divisa ao Norte com uma edificação residencial unifamiliar de dois pavimentos e o Edifício Monte Rosello, também de dois pavimentos; à Leste com o Edifício D e à Oeste com o Colégio Madre de Deus, composto por edificações de até três pavimentos. Os Edifícios C e D ao Sul fazem frente para a Rua Mário de

Castro onde estão situados do outro lado da rua, os Edifícios Capitulino de 09 pavimentos e o Monza de 14 pavimentos (Figura 19).

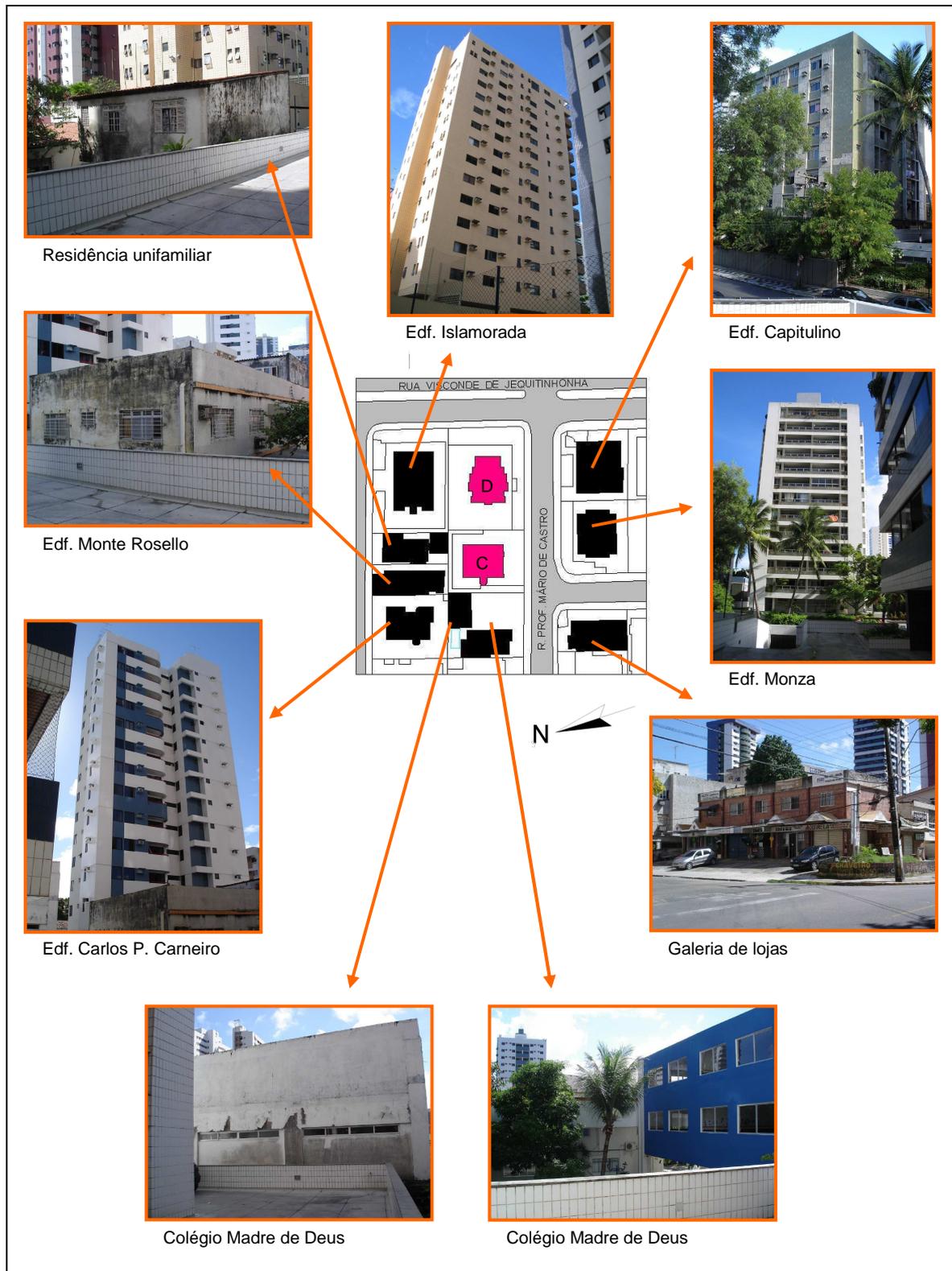


Figura 19: Edificações no entorno dos edifícios C e D.
 Fonte: Acervo do autor – maio 2005.

Os edifícios que tiveram o comportamento térmico entre eles avaliado estão situados a aproximadamente 1,9 Km do aeroporto local, onde se encontra a Estação Meteorológica do Aeroporto, o que possibilitou devido a sua proximidade com o local de estudo, a utilização dos dados coletados naquela estação meteorológica, como “dados de referência”, para comparação com os dados obtidos no local (Figura 20).

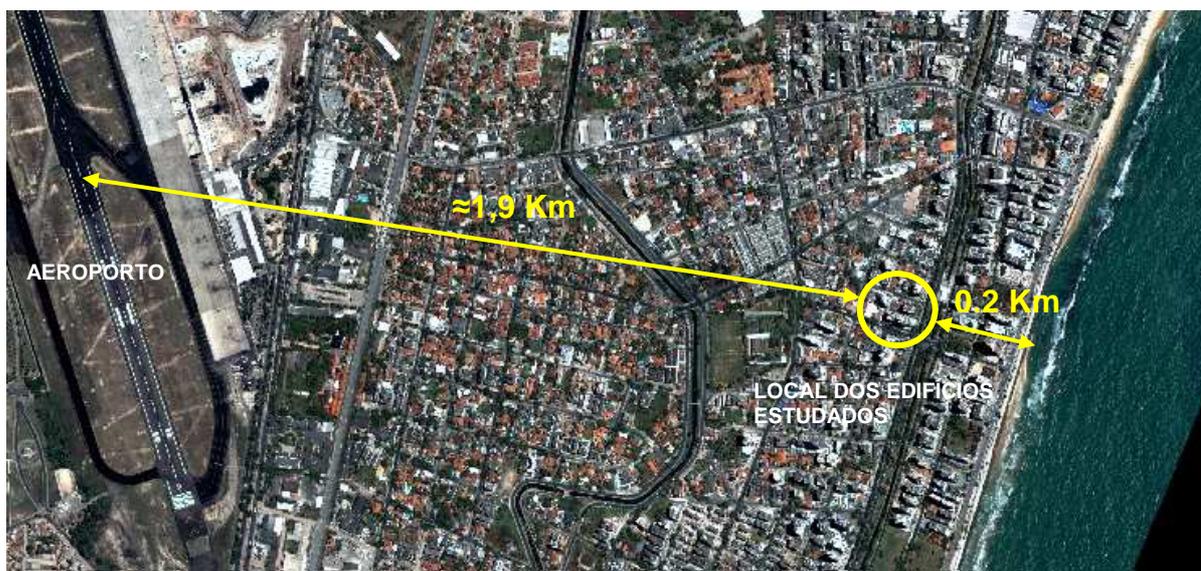


Figura 20: Imagem de satélite mostrando o aeroporto local e os edifícios em estudo.
Fonte: Imagem do satélite *QuickBird* INTERSAT (2003) – Prefeitura da Cidade do Recife.

Capítulo 4

METODOLOGIA DE TRABALHO

4.1 LEVANTAMENTO DOS DADOS LOCAIS

4.1.1 Instrumentos Utilizados

Para o monitoramento do comportamento térmico entre os edifícios foram utilizados instrumentos para medição da temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos, precipitação pluviométrica, temperatura de superfície e temperatura radiante.

Os dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos, além de precipitação pluviométrica, foram obtidos através de cinco estações meteorológicas modelo WS-2310 da La Crosse Technology, compostas de estação base, sensor termo-higrômetro, sensor de vento e sensor de precipitação pluviométrica (Figura 21).



Figura 21: Especificações técnicas da Estação Meteorológica WS-2310.

Fonte: Adaptado a partir de LA CROSSE TECHNOLOGY. Acesso em: 20 de abril de 2005.

As estações meteorológicas através de suas estações base, têm capacidade de armazenamento de 175 medições das condições do tempo, com intervalo de medição ajustável, que podem ser periodicamente descarregadas em computador através do *software Heavy Weather*. O ajuste de data e hora é realizado através da recepção de sinal transmitido por relógio atômico que permite a sincronia de todas as estações com precisão de fração de segundos. Apesar das estações meteorológicas possibilitarem a transmissão sem fio entre os sensores e a estação base, devido à proximidade entre elas, foi utilizada a transmissão através de cabos para evitar a interferência de uma estação com a outra, já que elas são ajustadas para a mesma frequência de 433 MHz.

Para a medição da temperatura radiante entre os dois edifícios estudados foi utilizado um termômetro de globo padrão, de 150 mm (Figura 22).



Figura 22: Especificações técnicas do termômetro de globo.

Fonte: Acervo do autor – maio 2005.

Os dados de temperatura em pontos localizados nas superfícies das fachadas estudadas e do piso entre os edifícios, foram obtidos através de termômetro digital infravermelho, modelo MT-350 da Minipa (Figura 23). Os dados foram obtidos diretamente, no momento da medição, através de display do instrumento. Ainda visando uma melhor compreensão da distribuição térmica das

superfícies das fachadas estudadas, foi utilizada uma câmera de termografia infravermelha, modelo ThermaCAM S45 da Flir Systems, para registrar 16 imagens infravermelhas do Edifício C e 22 imagens infravermelhas do Edifício D, abrangendo praticamente toda a extensão das duas fachadas estudadas. As imagens infravermelhas registradas foram descarregadas em computador e analisadas através do software ThermaCAM™ QuickView 1.1+ SR1 (Figura 24).



Figura 23: Especificações técnicas do termômetro digital infravermelho MT-350.

Fonte: Minipa Indústria e Comércio Ltda. Acesso em: 20 de abril de 2005.



Figura 24: Especificações técnicas da câmera térmica Infravermelha ThermaCAM S45.

Fonte: Flir Systems. Acesso em: 17 de maio de 2005.

4.1.2 Locais de Monitoramento

A escolha dos locais a serem monitorados partiu da necessidade de se investigar o comportamento térmico da região compreendida entre o Edifício C e o Edifício D, de forma a tentar compreender como os edifícios interagem entre si e com o contexto urbano onde estão inseridos.

Dessa forma as cinco estações meteorológicas foram instaladas nas fachadas confrontantes dos edifícios em estudo, através de suporte executado em tubo de PVC de 25mm, e fixado nas esquadrias com cantoneiras metálicas. O sensor de velocidade e direção dos ventos foi fixado na estrutura de PVC a 40 cm da face das fachadas, e o sensor de temperatura e umidade relativa ficou posicionado a 15 cm das fachadas, preso na estrutura de PVC e protegido da radiação solar direta por uma proteção em compensado revestido em plástico branco (Figura 25 e 26).



Figura 25: Fixação das estações meteorológicas nas fachadas.
Fonte: Acervo do autor – abril de 2005.

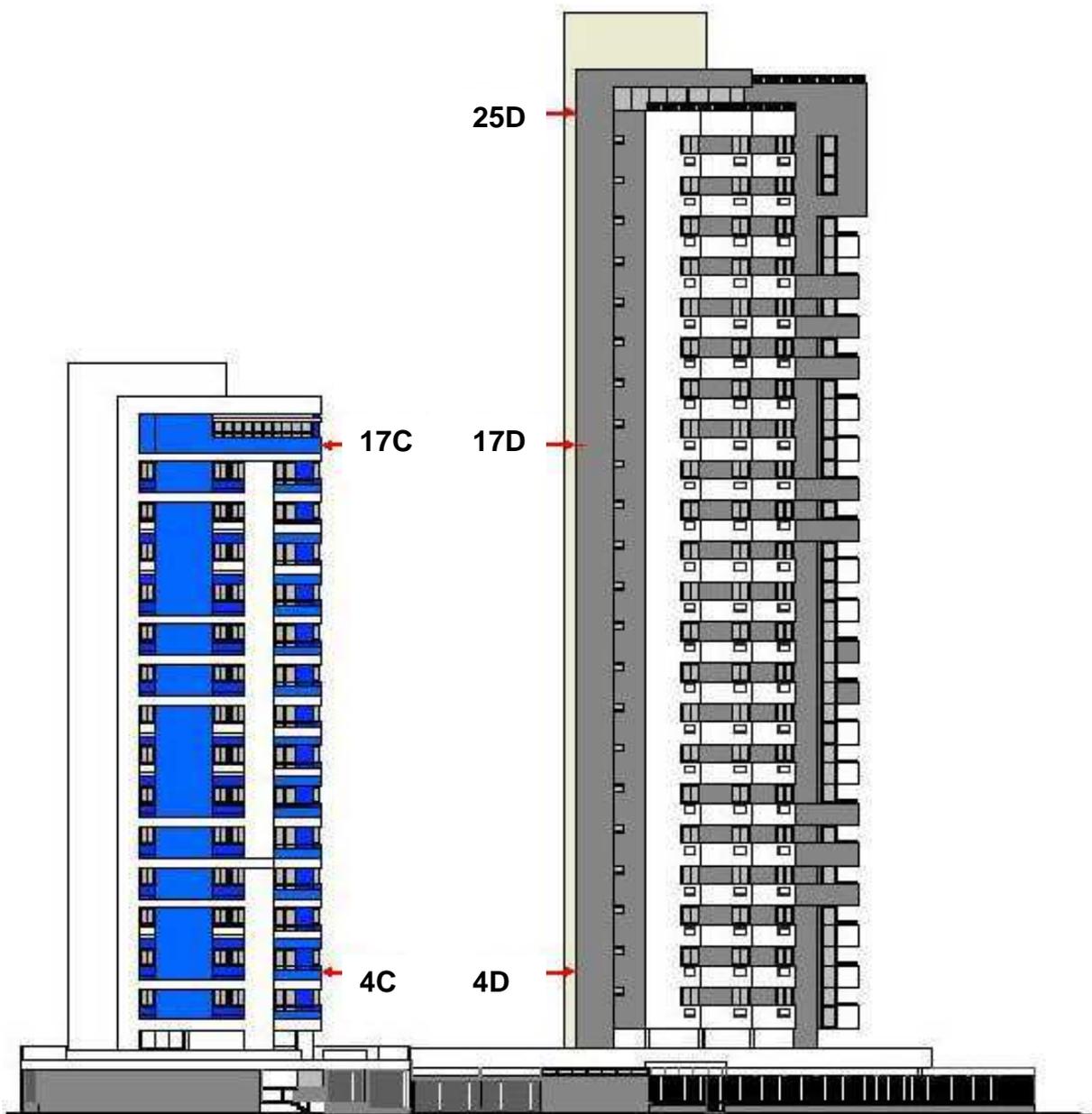


Figura 26: Fachada Sul dos dois edifícios estudados indicando a posição das estações nas fachadas.

Fonte: Acervo do autor.

No Edifício C (Edifício Castelo de Avignon) foram instaladas duas estações meteorológicas, sendo uma na fachada Leste do 4º pavimento (estação 4C) na janela do apartamento 202, e outra no 17º pavimento (estação 17C) na janela do salão de festas. Foi instalado um único sensor de precipitação pluviométrica na coberta do Edifício C e conectado à estação meteorológica 17 C (Figura 27).

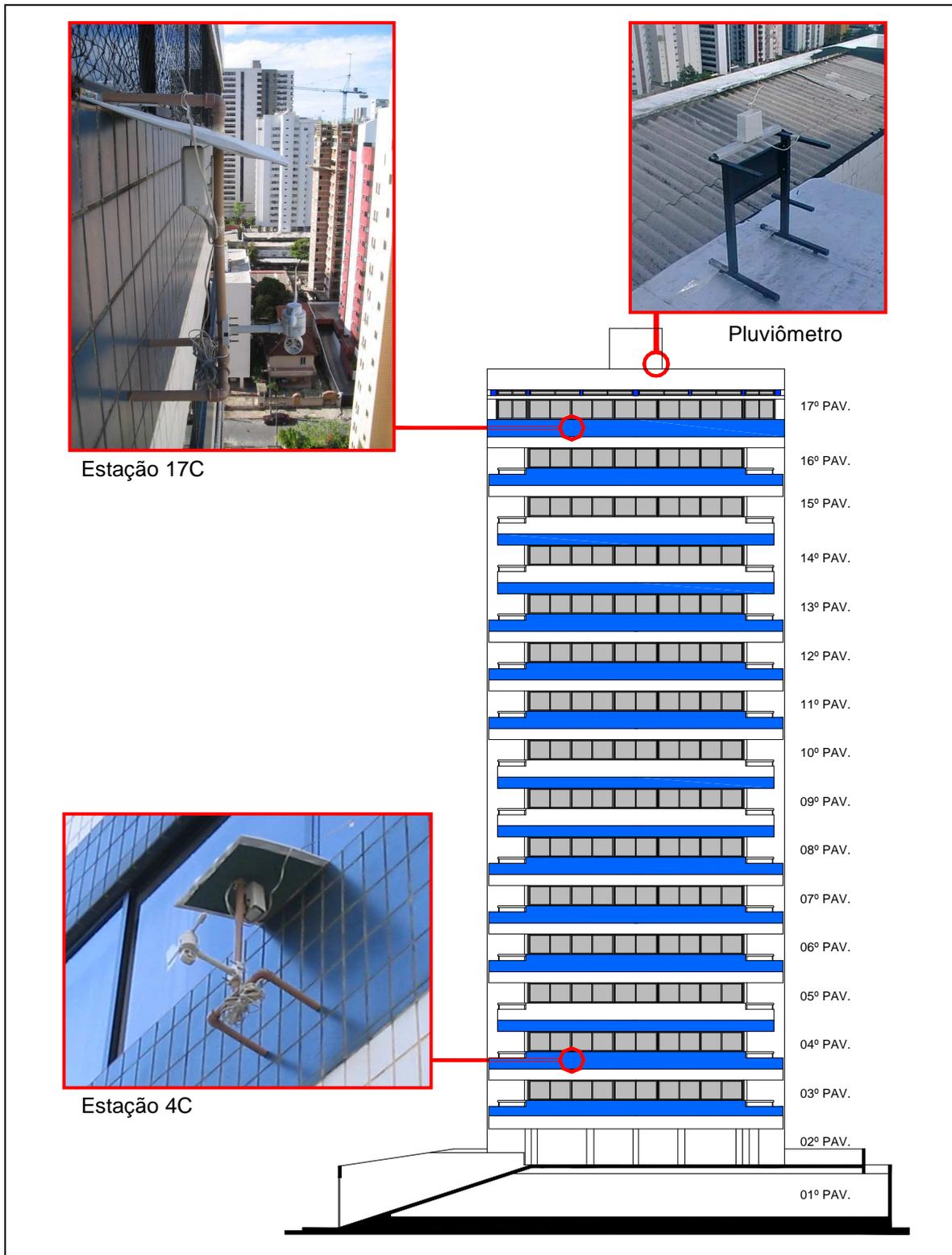


Figura 27: Posição das estações meteorológicas 17C e 4C na fachada Leste do Edifício C.

Fonte: Acervo do autor – maio 2005.

No Edifício D (Edifício Saint Denis) foram instaladas as demais estações, todas na fachada com orientação Oeste, sendo uma no 4º pavimento na janela do apartamento 202 (estação 4D), outra no 17º pavimento na janela do apartamento 1502 (estação 17D) e a última (estação 25D), na janela da copa do salão de festas do 25º pavimento (Figura 28).

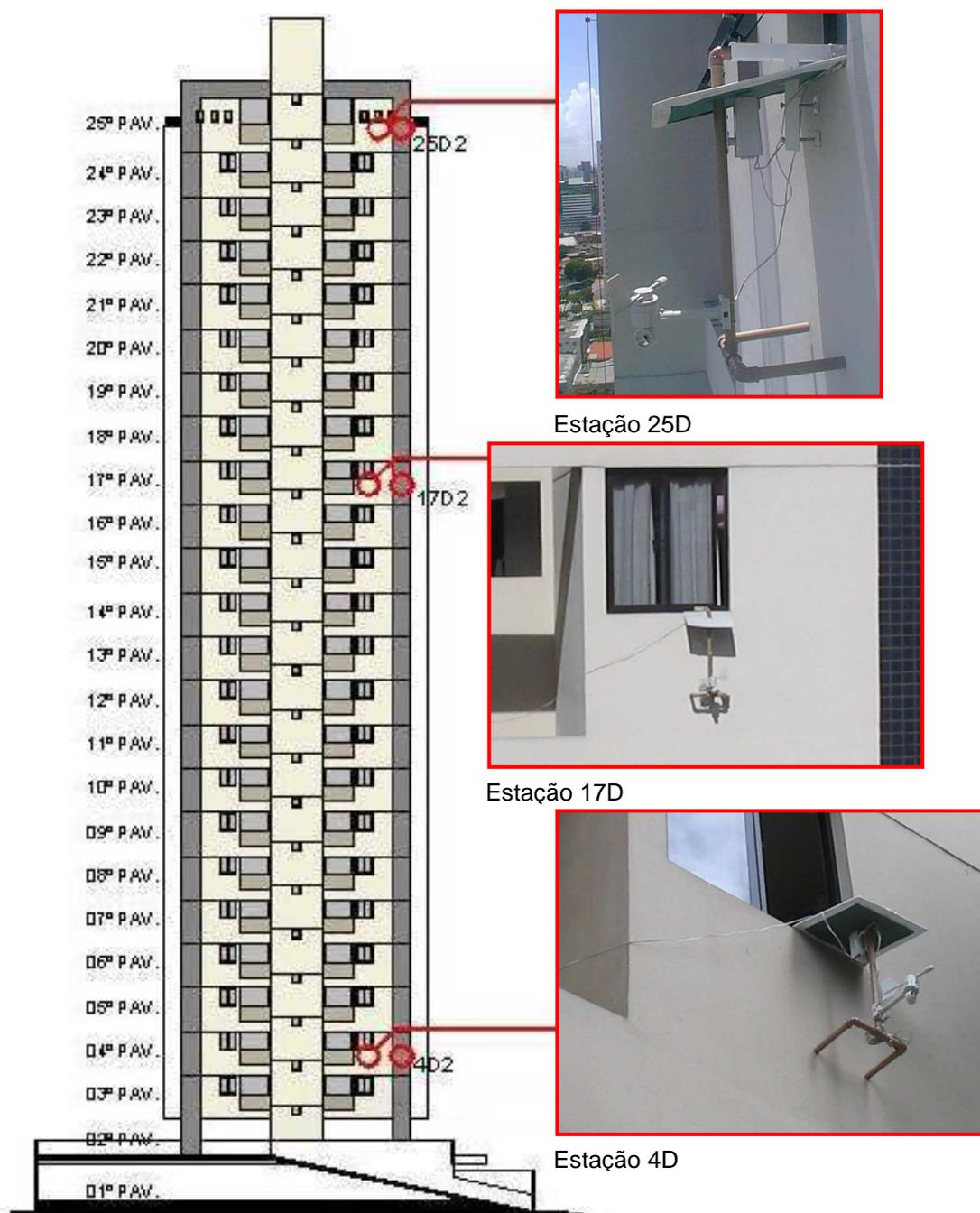


Figura 28: Posição das estações meteorológicas 25D, 17D e 4D na fachada Oeste do Edifício D.

Fonte: Acervo do autor – maio 2005.

Por questões de segurança, as estações base, das estações meteorológicas foram acondicionadas dentro de caixas metálicas fixadas nas paredes próximas às respectivas estações meteorológicas, exceto a estação base 4C (Figura 29).



Figura 29: Instalação das estações base das estações meteorológicas.

Fonte: Acervo do autor – maio 2005.

Para coleta de dados de temperatura radiante entre os dois edifícios foi posicionado no pavimento do pilotis do Edifício D (2º pavimento), um termômetro de

globo, montado sobre uma estrutura de PVC, apoiado no peitoril de proteção da rampa do edifício, a 1,50 m do piso do pilotis (Figura 30).

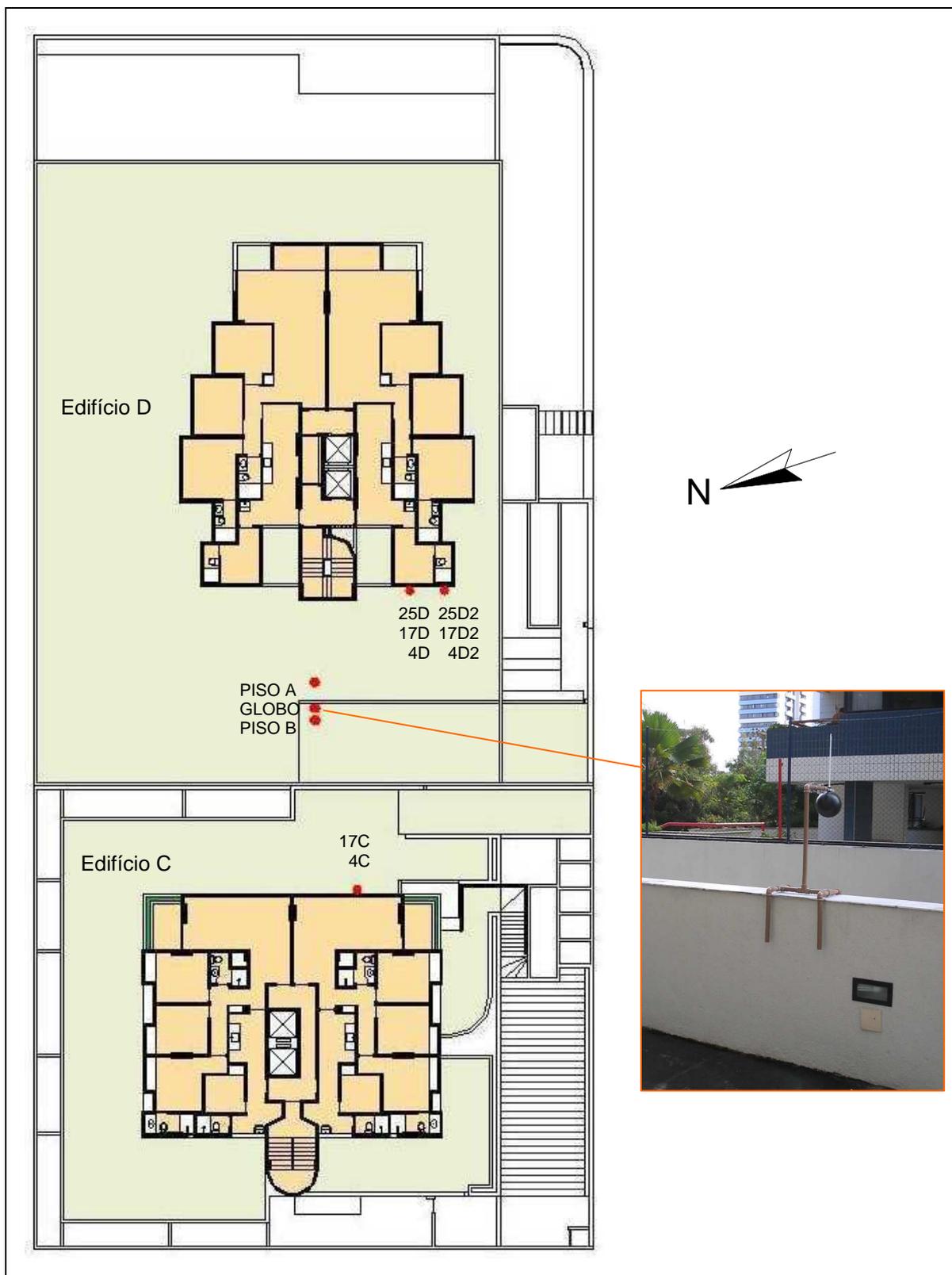


Figura 30: Implantação dos dois edifícios com indicação da posição dos pontos de monitoramento, com destaque para o termômetro de globo.

Fonte: Acervo do autor – maio 2005.

Devido à segurança do instrumento, o termômetro de globo, durante o período de medição, foi posicionado no local de medição sempre 30 minutos antes do início das leituras às 06:00h., de forma a permitir alcançar o equilíbrio térmico convecção-radiação, e só era removido do local após a última medição diária.

Com o termômetro digital infravermelho foram realizadas as leituras da temperatura de superfície do piso nos pontos A e B junto ao termômetro de globo (Figura 30) e das superfícies das fachadas nos pontos 4C e 17C do Edifício C, junto às respectivas estações meteorológicas (Figura 27), e das superfícies da fachada Oeste do Edifício D nos pontos 4D, 17D e 25D junto das respectivas fachadas. Ainda, para avaliar o comportamento térmico do trecho da fachada do Edifício D revestido em cerâmica (faixa escura), foram também realizadas leituras nos pontos 4D2, 17D2, e 25D2 da mesma fachada (Figura 28).

4.1.3 Período de Medição

Foram realizadas medições horárias, 24 horas por dia ininterruptas durante 28 dias, do dia 12 de abril de 2005 até 09 de maio de 2005, através das estações meteorológicas 4C, 17C, 4D, 17D e 25D instaladas na fachada Leste do Edifício C e fachada Oeste do Edifício D. As estações meteorológicas foram ajustadas para medições horárias da temperatura do ar, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento, próximo às superfícies das duas fachadas. Durante o mesmo período e horários foram também registradas as precipitações pluviométricas através da estação meteorológica 17C. De seis em seis dias, nos intervalos compreendidos entre dois registros sucessivos, as estações base das estações meteorológicas foram desconectadas e reconectadas no sistema, e seus dados

armazenados no período, foram descarregados em computador através de software *Heavy Weather* e transportados para planilhas num total de 14.112 dados horários no período para serem analisados.

No mesmo período de 28 dias, ou seja, do dia 12 de abril de 2005 à 09 de maio de 2005, nos horários de 06:00h., 11:00h., 12:00h., 13:00h., 14:00h., 15:00h., 16:00h. e 20:00h. foram realizadas através de termômetro infravermelho, medições da temperatura superficial das duas fachadas estudadas do Edifício C e Edifício D nos pontos 4C, 17C, 4D, 17D e 25D junto a cada uma das respectivas estações meteorológicas, e nos pontos A e B na superfície do piso junto ao termômetro de globo. Também nesse mesmo período e horários, foram realizadas as leituras das temperaturas radiantes registradas no termômetro de globo. Todas essas coletas de dados foram sempre realizadas num intervalo de tempo máximo de 15 minutos entre a hora de referência no início da medição e a última medição do horário. Esta defasagem máxima de 15 minutos foi necessária, considerando-se a disponibilidade de apenas um único termômetro digital infravermelho para a pesquisa, e desse modo, devido às limitações inerentes ao processo experimental, foram consideradas medições simultâneas àquelas realizadas nesse intervalo de tempo de 15 minutos, sempre referenciadas à hora de início da contagem dos 15 minutos.

A partir de 18 de abril até 09 de maio de 2005, durante 22 dias, foram também incorporadas medições de temperatura superficial da faixa da direita da fachada Oeste do Edifício D, revestida em cerâmica na cor azul petróleo. Para isso, foi também utilizado o termômetro digital infravermelho, e as medições foram realizadas nos pontos 4D2, 17D2 e 25D2, sempre dentro do intervalo máximo de 15 minutos estabelecido anteriormente.

Foram realizadas ao todo 2.096 medições de temperatura de superfície e 224 leituras de temperatura radiante no termômetro de globo, perfazendo um total de 16.432 dados obtidos na pesquisa com a utilização dos instrumentos, além das informações obtidas através das imagens da câmera térmica infravermelha.

As imagens térmicas das fachadas em estudo do Edifício C e Edifício D foram realizadas no dia 10 de maio de 2005, logo após o último dia das medições. Do total de imagens efetuadas, 16 imagens térmicas foram da fachada Leste do Edifício C realizadas, das 14:25h. até 14:41h., num intervalo de tempo aproximado de 16 minutos. As imagens foram realizadas a partir do 6º, 10º e 15º pavimentos do Edifício D. Entre 14:47h. e 15:20h., num intervalo de tempo aproximado de 15 minutos, foram realizadas 26 imagens térmicas da fachada Oeste do Edifício D, a partir do 6º, 10º e 17º pavimentos do Edifício C.

4.2 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO LINEAR

A quantidade de variáveis que interagem na formação do clima urbano é muito extensa. Além das variáveis climáticas regionais, em constante mutação ao longo do dia, o clima urbano também é condicionado pela interação entre estas variáveis e as características físicas do tecido urbano, e suas transformações.

Tentar compreender como estas variáveis se correlacionam para a formação do clima urbano é fundamental para se avançar nos estudos de planejamento urbano e desenho da cidade.

A utilização de métodos estatísticos que auxiliem os estudos do clima urbano tem sido freqüente em trabalhos sobre o clima urbano, como pode ser observado em trabalhos de Duarte e Serra (2003), Roriz e Barbugli (2003), Krüger e

Rossi (2005), Carvalho (2006), entre outros já citados na revisão bibliográfica deste trabalho.

Para auxiliar as análises dos dados obtidos no local da pesquisa e dados da estação meteorológica do aeroporto, foi utilizado o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson, que é uma das alternativas mais comuns utilizadas em estatística para a distribuição da associação entre duas variáveis. Para isso foi utilizado para as análises estatísticas o *software* SPSS versão 11.5 (*Copyright* © SPSS, Inc. 1989-2002).

O coeficiente de correlação mede a intensidade da relação, estabelecendo o grau de associação entre as variáveis analisadas, informando a existência de algum tipo de relação entre elas, porém não fornece nenhuma explicação sobre a relação entre as variáveis, além de não provar nenhuma relação causa-efeito. Para o uso deste método é necessária uma demonstração lógica comprovada através da teoria, para evitar correlações espúrias, onde seriam relacionadas variáveis que nada têm a ver umas com as outras. Eventualmente o método matemático para cálculo do coeficiente de correlação pode indicar uma correlação forte, embora as variáveis não dependam umas das outras (correlação espúria).

Contudo, alguns fenômenos não são explicados apenas por uma única variável independente (relação simples). Quando um número maior de variáveis interagem, e os fenômenos sofrem influência de mais de uma variável independente, têm-se as relações múltiplas. As análises de correlação pelo método de Pearson se limitam ao estudo entre duas variáveis X e Y, e desse modo a análise ocorre isoladamente entre cada par de variáveis, sendo um dependente (Y) e a outra chamada de variável explicativa ou independente (X). Assim os fenômenos podem

ser explicados plenamente nas relações simples, ou parcialmente e isoladamente nas relações de múltiplas variáveis independentes.

O coeficiente de correlação linear de Pearson (r), tem seu valor limitado entre -1 e 1, ou seja, $-1 \leq r_{x,y} \leq 1$, de forma que a correlação entre duas variáveis pode ser positiva (correlação direta) quando seu valor se encontrar acima de zero até 1, e assim para aumento ou diminuição de X corresponderá sempre um aumento ou diminuição de Y respectivamente. Da mesma forma, a correlação será negativa (correlação inversa) quando seu valor for menor que zero até -1, e nesse caso, as variáveis têm sentidos opostos e para o aumento da variável X, corresponderá uma diminuição da variável Y. Tanto para valores de 1 e -1 a correlação é dita perfeita, e quanto mais próxima desses valores mais forte será a correlação. Quando a correlação é igual a zero, haverá uma correlação nula ou ausência de correlação.

De acordo com Levin (1977), o grau de relacionamento entre as variáveis X e Y pode ser qualificada através de uma escala de módulos dos coeficientes de correlação (Tabela 02).

Tabela 02: Qualidade do ajustamento das correlações

| Coeficiente de correlação* | Qualidade da correlação |
|----------------------------|-------------------------|
| 1,00 | Correlação perfeita |
| 0,95 | Correlação forte |
| 0,50 | Correlação moderada |
| 0,10 | Correlação fraca |
| 0,00 | Ausência de correlação |

* Os valores apresentados são em módulo, valendo tanto para correlações diretas quanto inversas.

Fonte: Levin (1977).

Sempre que são realizados testes estatísticos é necessária a determinação do nível de significância (p) dos testes. O nível de significância estabelece os parâmetros dos níveis de erro aceitáveis, ou seja, o rigor com que se

deseja trabalhar na pesquisa, de forma a estabelecer os limites que se tem como base para afirmar que a correlação encontrada é decorrente do acaso.

Os níveis de significância $p=0,05$ e $p=0,01$ são aceitos como estatisticamente significativos, ou seja, considera-se satisfatório o limite de 5% e 1% respectivamente, de probabilidade de que a relação entre a variável dependente e a variável independente não exista de fato.

O software SPSS versão 11.5, utilizado neste trabalho utiliza os dois níveis de significância citados como aceitáveis. Para essa pesquisa serão consideradas válidas as correlações que possam ser comprovadas nos níveis de significância $p= 0,01$ e $p= 0,05$.

Capítulo 5

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 A VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO

Para a avaliação da influência da ventilação no comportamento do balanço térmico entre os edifícios C e D, foram utilizados dados de velocidade e direção dos ventos da Estação Meteorológica do Aeroporto Internacional dos Guararapes e de cinco estações meteorológicas instaladas nas fachadas confrontantes dos edifícios C e D, no 4º e 17º pavimentos dos dois edifícios e no 25º pavimento do Edifício D. Foram obtidos registros horários entre 12 de abril de 2005 e 09 de maio de 2005, perfazendo um total de 28 dias de monitoramento.

Devido à proximidade do aeroporto local em relação aos edifícios C e D, (aproximadamente 1,9 Km), os dados obtidos na estação meteorológica desse aeroporto foram utilizados como parâmetro de referência para os valores medidos no local de estudo.

A observação da velocidade média do vento diária, durante os 28 dias de monitoramento, evidenciou a obstrução ao fluxo de ar causada pelos elementos componentes do tecido urbano. A Estação Meteorológica do Aeroporto apresentou valores de velocidade média de vento sempre superiores aos encontrados junto às fachadas em estudo dos edifícios C e D. A velocidade média do vento registrada na estação aeroporto no período foi de 3,5 m/s, contra aproximadamente 1,2 m/s em média nos pontos 4C e 17C da fachada Leste do Edifício C, e vento em situação de estagnação com velocidade média em torno de 0,1 m/s (média aritmética), nos pontos 4D, 17D e 25D da fachada Oeste do Edifício D (Gráfico 03).

A estação aeroporto apresentou no período de estudo, velocidade média do vento máxima diária de 4,9 m/s, e valor mínimo de velocidade média diária de 2,0 m/s, assim como velocidade de vento máxima absoluta de 6,7 m/s. Contudo esse

desempenho não é observado dentro da área urbana, entre os dois edifícios em estudo, onde se registrou uma velocidade média diária máxima de 2,0 m/s nos pontos 4C e 17C, coincidente com a mínima registrada no aeroporto. A velocidade de vento máxima absoluta no período, registrada no ponto 17C (5,1 m/s), aparentemente significativa, de fato ocorreu em situação esporádica, provavelmente decorrente da turbulência mais freqüente no meio urbano.

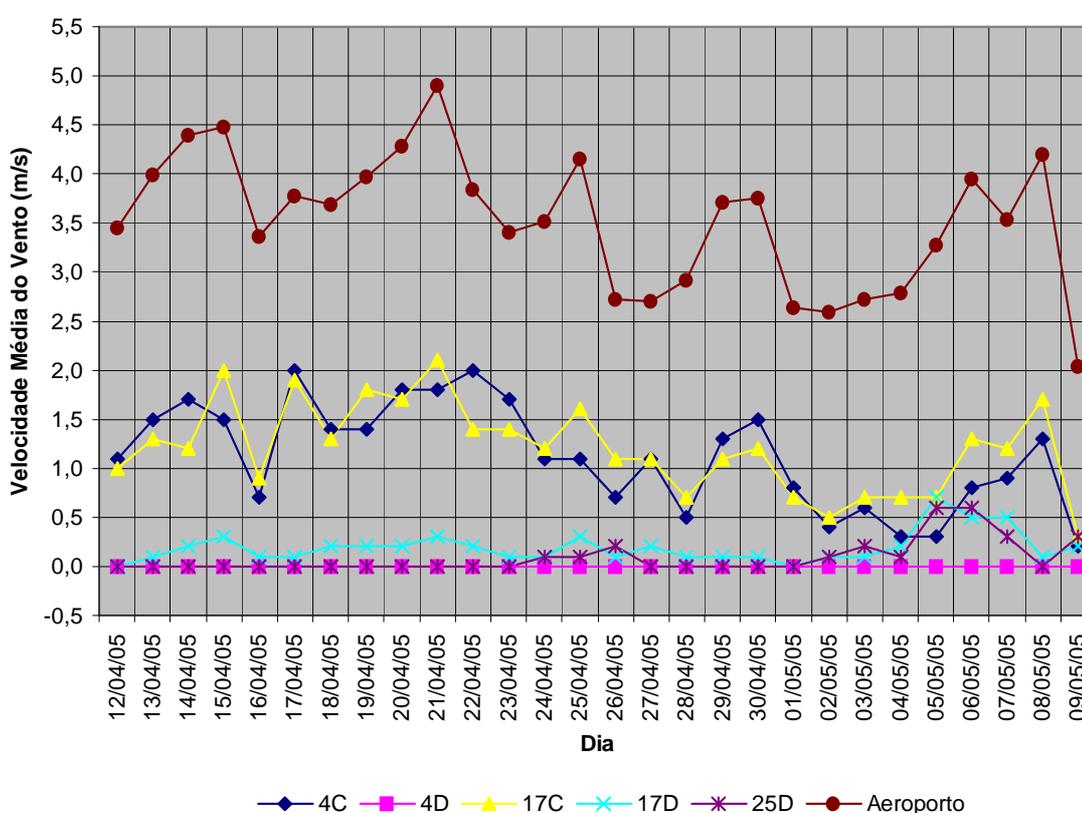


Gráfico 03: Velocidade média diária do vento – 12/04/05 à 09/05/05.

Fonte: Medições de campo pelo autor e dados da subdivisão de meteorologia do CINDACTA III.

O modelo no qual a velocidade média do vento aumenta em função de sua altura em relação ao solo, não se mostra significativo no espaço compreendido entre as duas fachadas opostas em estudo, já que os fluxos de ar dentro da camada de cobertura urbana têm comportamento diverso daquele com turbulência reduzida. Desse modo, a velocidade média no período de monitoramento no ponto 17C foi de

1,2 m/s contra 1,1 m/s do ponto 4C, praticamente similares, apesar dos pontos estarem situados em desnível próximo de 39 metros. Tanto no gráfico de velocidade média diária do vento (Gráfico 03) como no gráfico de velocidade média horária do vento (Gráfico 04), é observada uma constante alternância entre as velocidades médias do vento no nível do 4º pavimento e no nível do 17º pavimento, junto ao Edifício C.

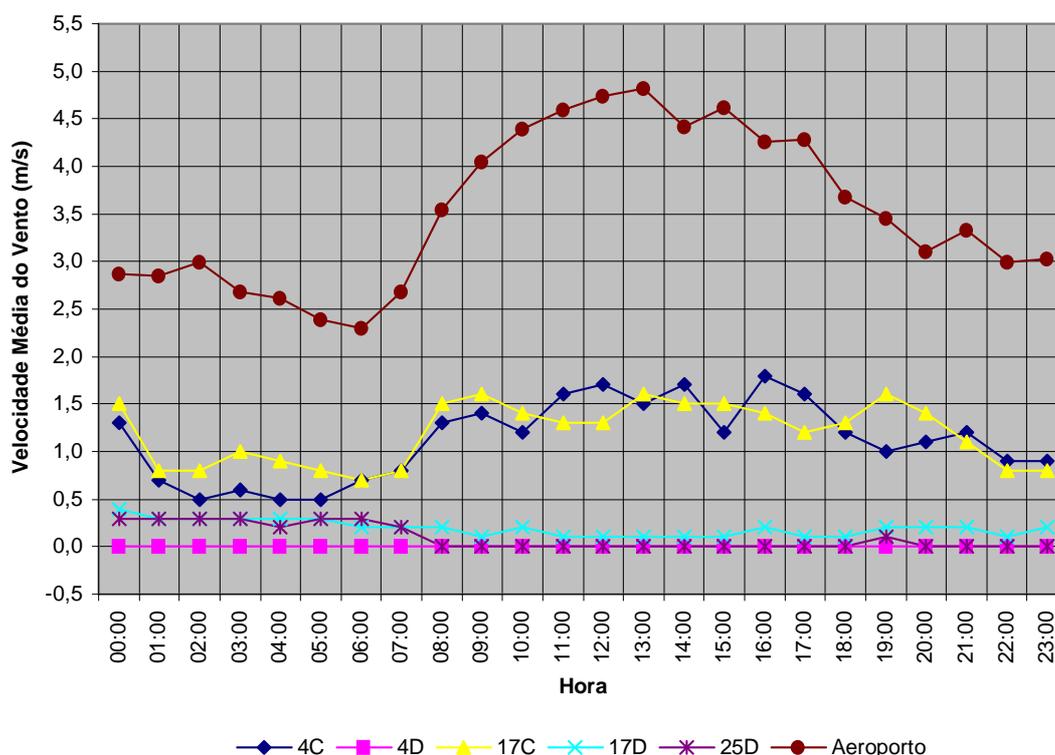


Gráfico 04: Velocidade média horária do vento – 12/04/06 à 09/05/05.

Fonte: Medições de campo pelo autor e dados da subdivisão de meteorologia do CINDACTA III.

A velocidade média do vento nos pontos 4D, 17D e 25D, em zona de baixa pressão, alcançou em média níveis próximos de zero, sem praticamente nenhuma capacidade de resfriamento das fachadas por convecção, e remoção da energia térmica acumulada entre os edifícios (Gráficos 03 e 04).

Pela análise dos dados horários da velocidade do vento, se verificou que durante o período diurno, de modo geral, a velocidade do vento se apresentou mais

elevada que no período noturno, confirmando as observações de Bittencourt e Cândido (2005, p.40). No Gráfico 04 se observa pelos registros da Estação Meteorológica do Aeroporto (referência), uma curva ascendente a partir das primeiras horas da manhã, atingindo o seu ápice às 13:00h., com uma velocidade média do vento nesse horário de 4,8 m/s e amplitude da velocidade média do vento de 2,5 m/s.

O mesmo não ocorre entre os edifícios C e D, mas sim, o que se observa é uma discreta elevação da velocidade média horária do vento nos pontos 4C e 17C, situados em posição supostamente favorável aos ventos dominantes, representada por uma alteração suave no período diurno, e uma situação de estagnação nos pontos próximos da fachada do Edifício D (Gráfico 04).

A significativa redução na velocidade média do vento entre os edifícios estudados, em relação à velocidade média de referência, pode ser melhor compreendida ao se analisar a direção dos ventos dominantes na cidade do Recife e entre os dois edifícios estudados, além da morfologia urbana em torno deles.

Segundo os dados obtidos na Estação Meteorológica do Aeroporto (referência), os ventos dominantes na cidade do Recife, entre 12 de abril de 2005 até 09 de maio de 2005, tiveram orientação predominante Sudeste (46,29%) com segunda maior incidência na orientação Leste (21,89%), seguida da Sul (11,17%) e Sudoeste (10,57%), e valores menores em outras orientações. Apenas em 4,46% das ocorrências de vento, este se apresentou com velocidade igual a zero (Gráfico 05).

Contudo, de acordo com medições realizadas no local do estudo, a direção predominante no ponto 17C foi a norte (38,99%), seguida pela direção Sul com 22,17% do total de ocorrências de vento. Já no ponto 4C houve predomínio da

orientação sul com 58,03% das ocorrências de vento e valores insignificantes nas outras orientações (Gráficos 06 e 07).

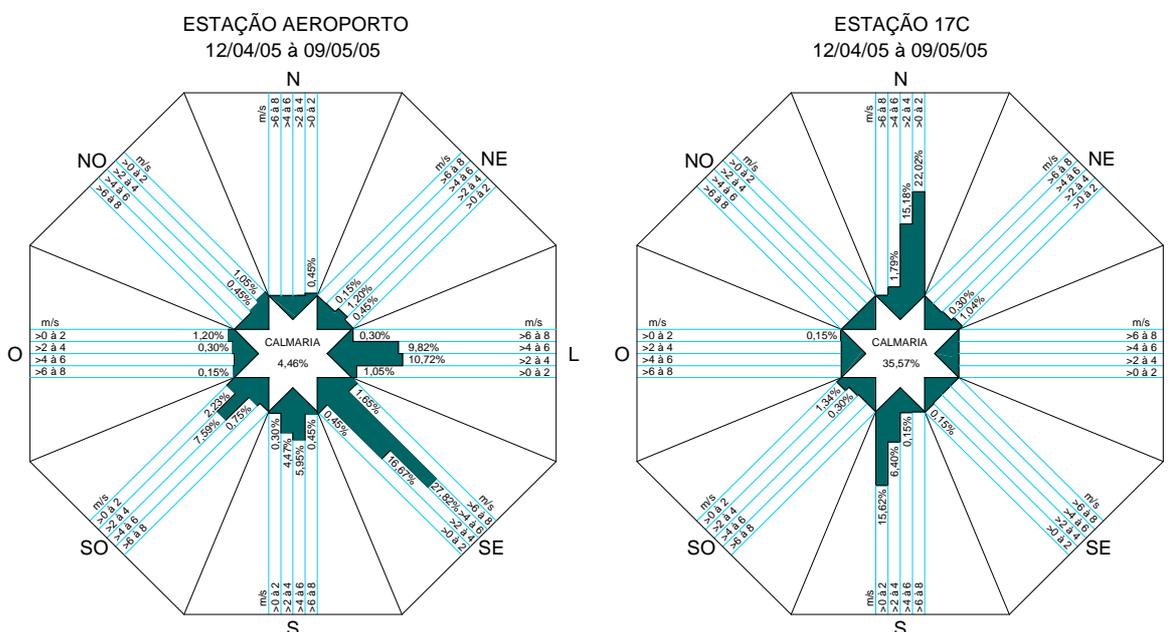


Gráfico 05: Velocidade e direção dos ventos predominantes – Aeroporto.

Fonte: A partir de dados da subdivisão de meteorologia do CINDACTA III de 12 de abril de 2005 à 09 de maio de 2005.

Gráfico 06: Velocidade e direção dos ventos predominantes – Estação 17C.

Fonte: Medições de campo pelo autor de 12 de abril de 2005 à 09 de maio de 2005.

As velocidades do vento registradas nos pontos 4C e 17C, ficaram situadas na sua maioria na faixa até 2,0 m/s, diferente das velocidades dos ventos registradas no aeroporto, com maior ocorrência na faixa de 4,0 a 6,0 m/s. Os pontos 4D, 17D e 25D não apresentaram velocidades médias dos ventos significativas, sempre próximas de zero (Gráficos 08, 09 e 10).

É importante ressaltar o alto número de ocorrências de velocidade do vento igual a zero, próximo a fachada do Edifício C, em torno de 35% de momentos de calmaria. A pequena distância entre os edifícios estudados, compromete a circulação do vento junto a fachada do edifício situado a sotavento, e promove uma região de quase estagnação entre eles, dificultando a remoção do calor decorrente das trocas térmicas entre os edifícios. Os pontos 4D, 17D e 25D de monitoramento junto a fachada do Edifício D, em situação desfavorável aos ventos dominantes,

apresentaram um significativo número de ocorrências de calma, de 98,81%, 73,07% e 91,96% respectivamente.

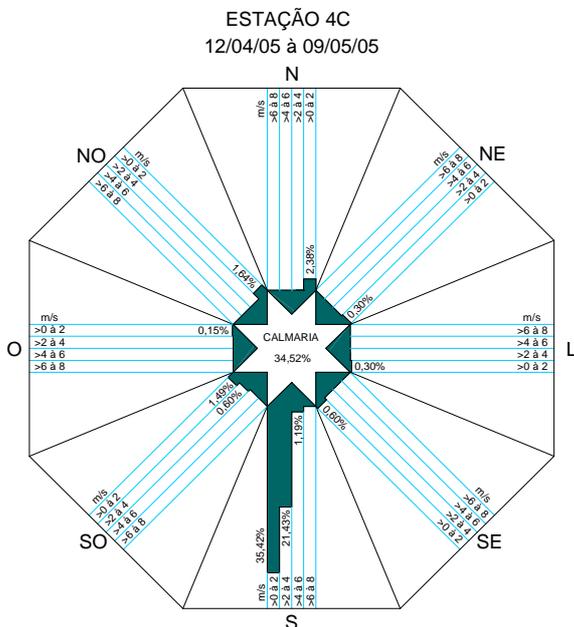


Gráfico 07: Velocidade e direção dos ventos predominantes – Estação 4C.
Fonte: Medições de campo pelo autor de 12 de abril de 2005 à 09 de maio de 2005.

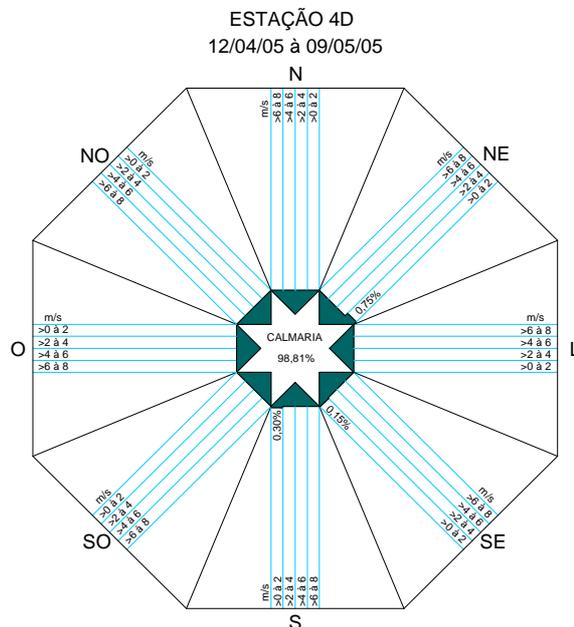


Gráfico 08: Velocidade e direção dos ventos predominantes – Estação 4D.
Fonte: Medições de campo pelo autor de 12 de abril de 2005 à 09 de maio de 2005.

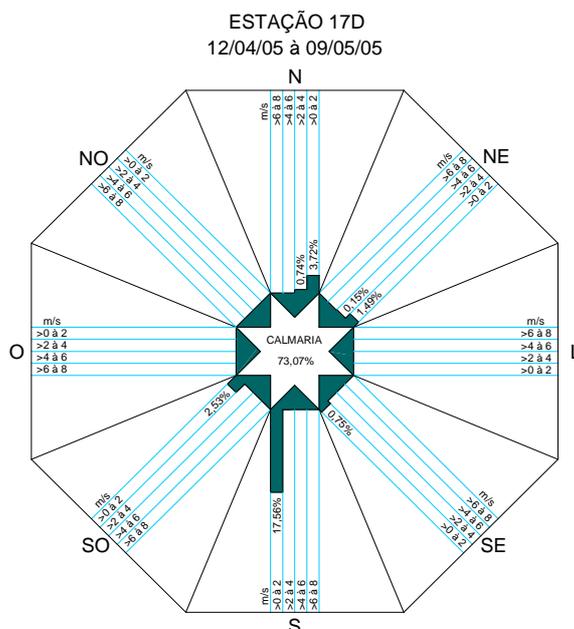


Gráfico 09: Velocidade e direção dos ventos predominantes – Estação 17D.
Fonte: Medições de campo pelo autor de 12 de abril de 2005 à 09 de maio de 2005.

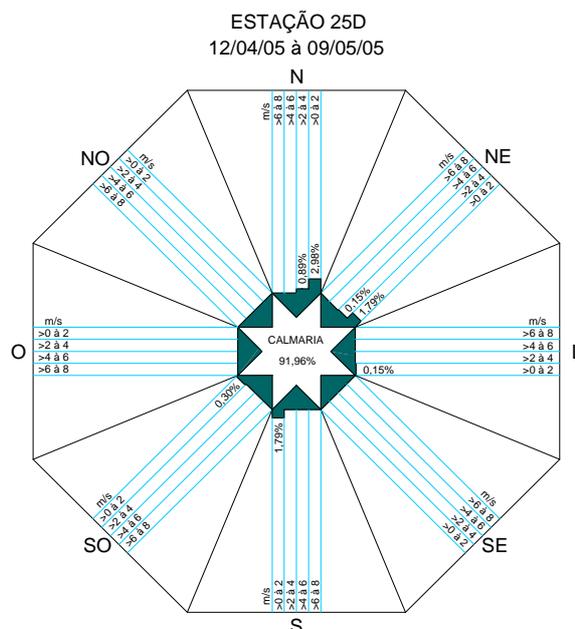


Gráfico 10: Velocidade e direção dos ventos predominantes – Estação 25D.
Fonte: Medições de campo pelo autor de 12 de abril de 2005 à 09 de maio de 2005.

5.2 AÇÃO DO VENTO SOBRE AS FACHADAS DOS EDIFÍCIOS

As baixas velocidades dos ventos registradas entre os edifícios em estudo, assim como as direções dissonantes daquelas encontradas na estação de referência, podem ser explicadas pelas características da morfologia urbana do entorno.

Foi observado que o fluxo de ar teve a sua trajetória livre dificultada por uma sucessão de edifícios altos, com afastamentos reduzidos, nas quadras compreendidas entre a praia de Boa Viagem e o Canal de Setúbal (as duas primeiras quadras a partir da orla marítima). Possivelmente o fluxo principal do ar teve a sua trajetória desviada para acima das cobertas dos edifícios devido à menor rugosidade encontrada nessa região, e a parcela do fluxo de ar que atravessou a estrutura urbana nos níveis mais baixos, teve a sua velocidade média reduzida pela rugosidade do tecido urbano.

Dessa forma, o fluxo de ar que alcança os edifícios C e D, chega com a sua velocidade bastante reduzida pela estrutura urbana a montante, muito embora possivelmente menos agravada devido ao espaço urbano livre e sem obstáculos significativos, que se encontra transversal aos ventos dominantes, compreendido pela avenida Visconde de Jequitinhonha, suas vias locais e o Canal de Setúbal com margens arborizadas.

O baixo fator de visão do céu (FVC) dos edifícios C e D, e o posicionamento do Edifício C a sotavento do Edifício D, podem explicar a redução ainda maior da velocidade do vento nos pontos monitorados, próximos à fachada do Edifício C.

O Edifício D, muito maior em altura que o Edifício C, atua como barreira à circulação dos ventos dominantes, que alcançam o segundo edifício com a velocidade já enfraquecida pela estrutura urbana. Dessa forma o Edifício C fica sujeito ao fluxo de ar turbulento provocado pelo Edifício D, que escoar entre os dois edifícios em direção paralela, na sua maioria, às duas fachadas confrontantes em estudo, e com modelos diferentes no nível do 4º pavimento (ponto 4C) e do 17º pavimento (ponto 17C) do Edifício C, dependente da direção do vento predominante no momento.

No ponto 4C o fluxo de ar segue o modelo dos ventos dominantes na região, porém com mudança de direção, devido à canalização que ocorre entre as fachadas confrontantes dos edifícios C e D. No ponto 17C, as possíveis interferências causadas por um vórtice a sotavento do Edifício D, próximo ao ponto 17C, podem ter influenciado na direção do fluxo de ar.

Tanto no ponto 4C como no ponto 17C, o ângulo da direção predominante do vento registrado nesses pontos em relação à normal a fachada, é decorrente do posicionamento dos sensores de direção dos ventos próximos à fachada, em região onde o fluxo do ar com inércia escoar pela superfície da mesma, contornando o obstáculo, até retornar a sua trajetória natural.

A capacidade de resfriamento das fachadas pelo vento ficou comprometida pela sua baixa velocidade e as temperaturas das fachadas mostram, de modo geral, uma fraca correlação entre as duas variáveis como visto adiante. O vento com velocidade média diária nos 28 dias de monitoramento, próxima de zero junto à fachada do Edifício D, e com média de 1,2 m/s nos pontos 4C e 17C do Edifício C, de modo geral foi incapaz de remover adequadamente por convecção a carga térmica acumulada pelas fachadas.

5.3 A TEMPERATURA DAS SUPERFÍCIES E DE GLOBO

Durante 28 dias de monitoramento, entre 12 de abril de 2005 e 09 de maio de 2005, foram realizadas medições da temperatura da fachada Leste do Edifício C, nos pontos 4C e 17C, e na fachada com orientação Oeste do Edifício D, nos pontos 4D, 17D e 25D, nos horários de 06:00h., 11:00h., 12:00h., 13:00h., 14:00h., 15:00h., 16:00h. e 20:00h. Foram também realizadas medições de temperatura nessa mesma fachada e nos mesmos horários, nos pontos 4D2, 17D2 e 25D2, durante 22 dias, entre 18 de abril de 2005 e 09 de maio de 2005.

A análise das temperaturas das fachadas dos edifícios C e D nos oito pontos de monitoramento mostrou que para o período e horários de medição, quanto mais altos foram os pontos das fachadas, maiores foram as temperaturas das superfícies das fachadas, ou seja, as regiões mais altas das fachadas dos edifícios monitorados apresentaram as maiores temperaturas.

Quando se analisou o comportamento da temperatura da fachada do Edifício C, nos oito horários de medição diários, observou-se que as temperaturas médias de fachada no ponto 17C são superiores em todos os horários de medição, em relação às do ponto 4C situado na mesma fachada. A fachada no ponto 17C apresentou temperatura média no período de 34,0° C, contra 31,4° C de temperatura média no período no ponto 4C, perfazendo uma diferença de 2,6° C em média a mais no ponto 17C.

Para a fachada em estudo do Edifício C a temperatura média horária máxima no período (36,2° C às 11:00h. e 14:00h.) ocorreu no ponto 17C e a temperatura média horária mínima (27,6° C às 06:00h.) foi registrada no ponto 4C, com amplitude térmica média de 8,6° C entre pontos da mesma fachada. Em valores

absolutos, comparando-se os pontos 17C e 4C, foi observado no ponto 17C, a mais alta temperatura da fachada do Edifício C ($38,0^{\circ}\text{C}$ às 11:00h., 13:00h., 14:00h. e 15:00h.), seguido pelo ponto 4C com temperatura máxima absoluta de $36,5^{\circ}\text{C}$ às 11:00h. A menor temperatura absoluta registrada na fachada do Edifício C ocorreu no ponto 17C ($24,5^{\circ}\text{C}$) seguida pelo ponto 4C ($25,0^{\circ}\text{C}$), ambas às 06:00h. (Gráfico 11).

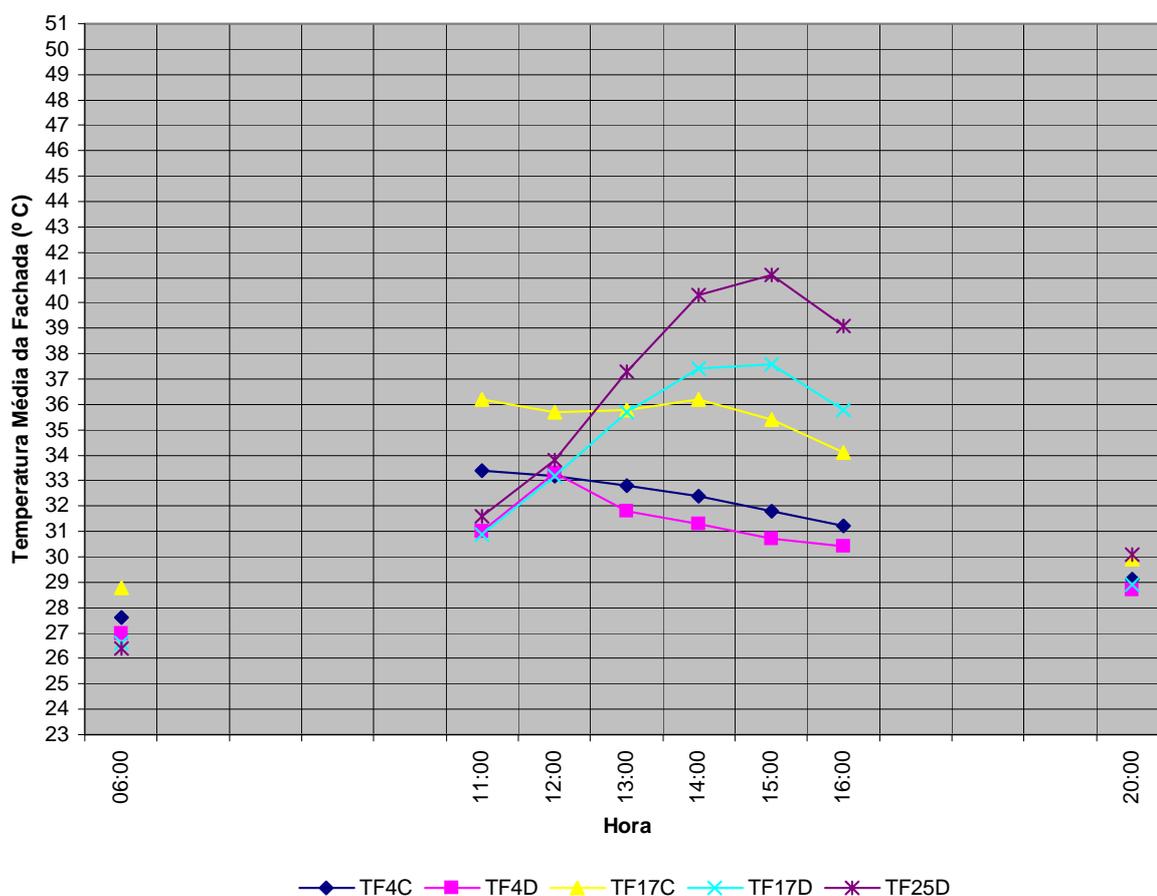


Gráfico 11: Temperatura média das fachadas – 12/04/05 à 09/05/05.

Fonte: Medições de campo pelo autor.

A fachada Oeste do Edifício D durante os 28 dias de monitoramento da temperatura das fachadas, considerando-se apenas os pontos 25D, 17D, e 4D junto às estações meteorológicas, apresentou a maior temperatura média do período no

ponto 25D (35,0° C), enquanto que os pontos 17D e 4D apresentaram temperaturas médias da fachada no período de 33,3° C e 30,5° C respectivamente.

Da mesma forma, a temperatura média horária máxima (41,1° C às 15:00h.) ocorreu no ponto 25D e a temperatura média horária mínima (26,4° C às 06:00 h.) foi registrada nesse mesmo ponto, com amplitude térmica média de 14,7° C. Em termos absolutos, a fachada no ponto 25D registrou a mais alta temperatura (46,0° C às 16:00h.), seguido pelo ponto 17D (42,0° C às 15:00h. e 16:00h.) e finalmente pelo ponto 4D (35,0° C às 12:00h.). As menores temperaturas absolutas registradas nos pontos 25D, 17D e 4D foram 23,0° C, 23,5° C e 24,5° C respectivamente, e ocorreram todas no início da manhã às 06:00h.

A avaliação comparativa das temperaturas das superfícies de oito pontos das fachadas dos edifícios C e D, durante 22 dias de medição, considerando agora também os pontos 4D2, 17D2 e 25D2, além dos pontos 4C, 17C, 17D já avaliados, mostra que a fachada do Edifício D no ponto 25D2 com revestimento em cerâmica na cor azul petróleo, apresentou a maior temperatura média no período, de 40,6° C, e temperatura média horária máxima de 50,0° C às 15:00h., chegando a alcançar, em valor absoluto, a temperatura de 59,0° C às 16:00h. (Gráfico 12).

Quando comparamos as temperaturas médias simultâneas, em diferentes pontos da fachada Oeste do Edifício D durante os 22 dias de medição, observamos diferenças de até 21,0° C às 15:00h. entre o ponto 25D2 e o ponto 4D2, ambos com revestimento em cerâmica na cor azul petróleo. A diferença entre as temperaturas máximas registradas nesses dois pontos foi de 24,0° C

Nos mesmos horários em que foram realizadas as medições das temperaturas das superfícies das fachadas durante 28 dias de medições, também foram feitas medições das temperaturas de piso em dois pontos próximos ao

termômetro de globo, o ponto A e o ponto B, e também registradas as temperaturas radiantes do termômetro de globo. A diferença encontrada entre a temperatura média do piso no ponto A ($35,0^{\circ}\text{C}$) e no ponto B ($34,2^{\circ}\text{C}$) é decorrente do ponto A estar situado em superfície horizontal, enquanto o ponto B em trecho da rampa, com inclinação de 20%, o que provocou redução na carga térmica incidente sobre este, devido ao ângulo de incidência menor da radiação solar, principal variável no aquecimento do piso.

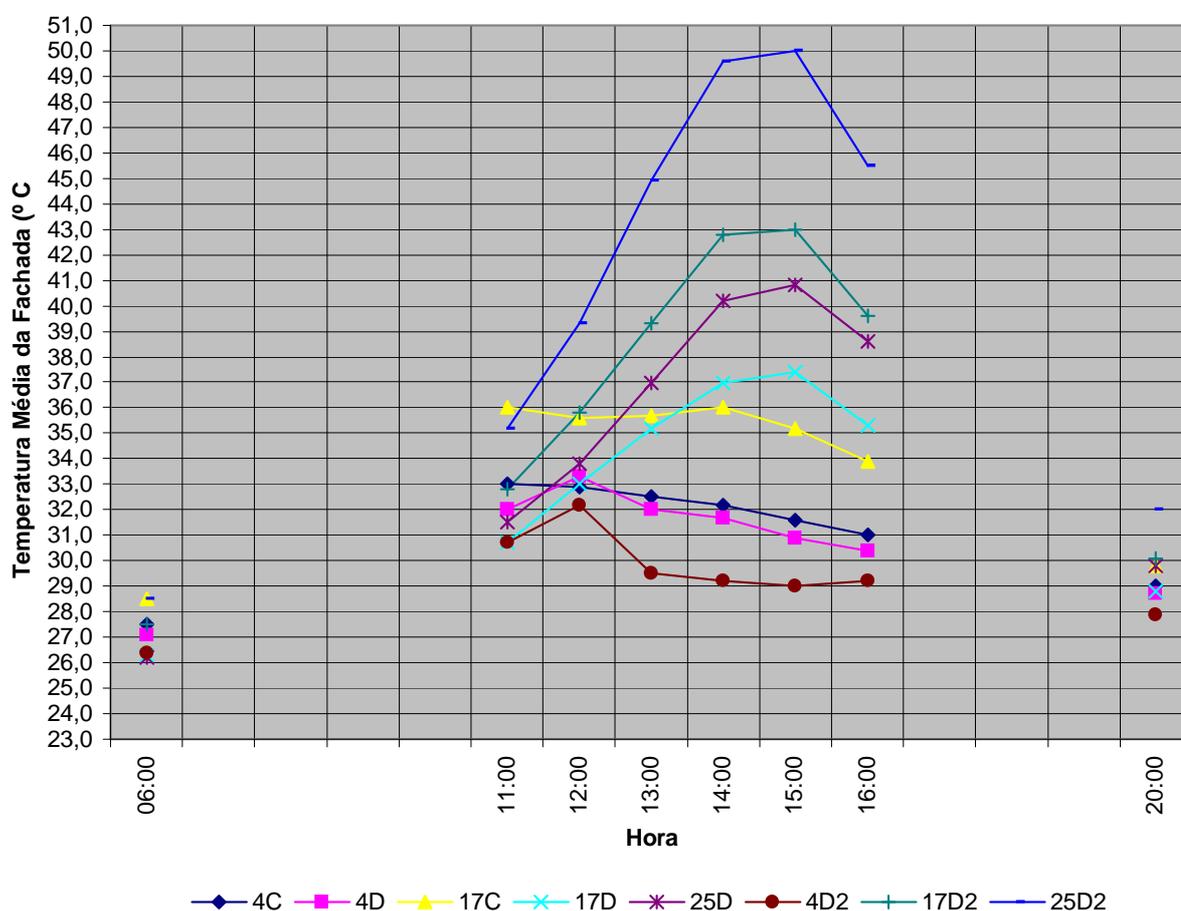


Gráfico 12: Temperatura média das fachadas – 18/04/05 à 09/05/05.

Fonte: Medições de campo pelo autor.

A maior temperatura média diária registrada no piso A ($37,2^{\circ}\text{C}$), e no piso B ($35,9^{\circ}\text{C}$) em comparação com a menor temperatura média do piso A ($30,1^{\circ}\text{C}$) e

do piso B ($29,8^{\circ}\text{C}$) apontam amplitudes térmicas de $7,1^{\circ}\text{C}$ e $6,1^{\circ}\text{C}$ respectivamente, decorrentes das mudanças climáticas que ocorreram ao longo dos dias de medição (Gráfico 13).

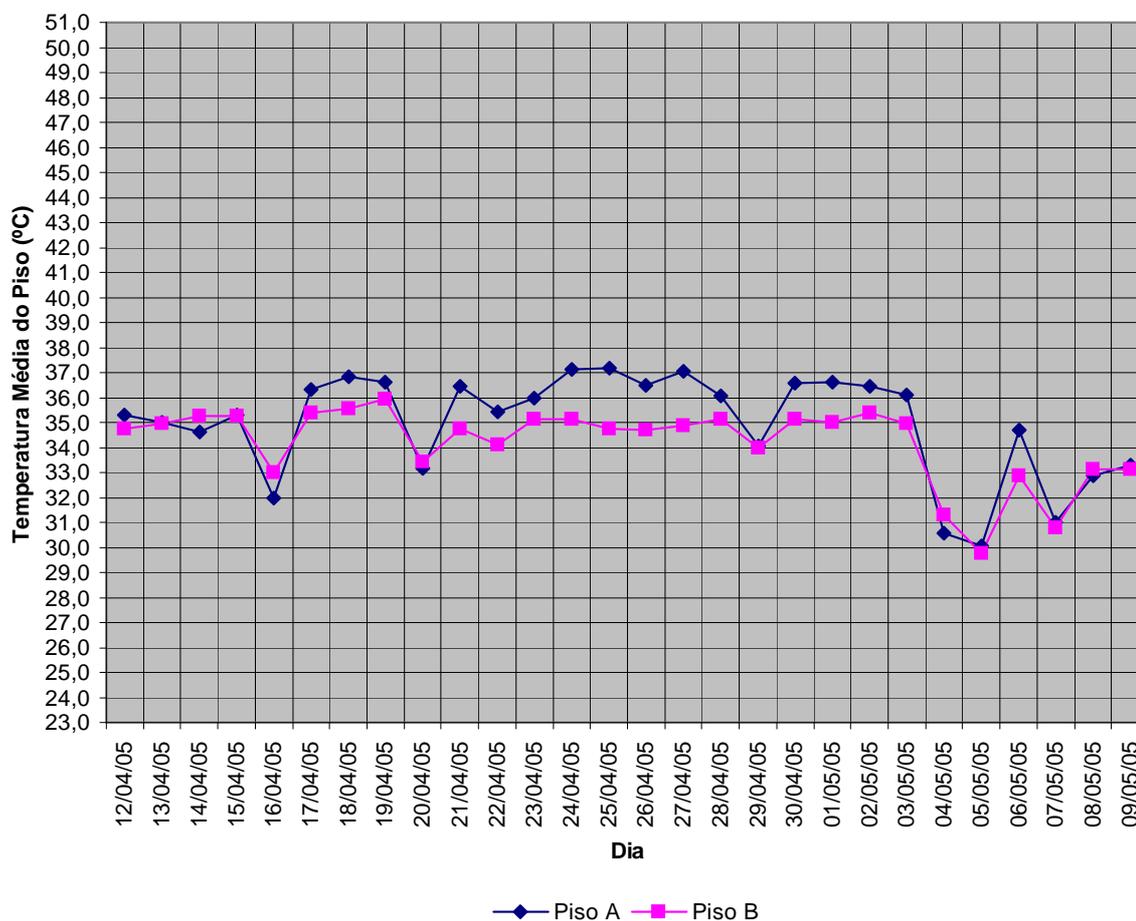


Gráfico 13: Temperatura média do piso nos pontos A e B.

Fonte: Medições de campo pelo autor.

As maiores temperaturas médias horárias do piso, nos horários monitorados, ocorreram às 12:00h. ($45,4^{\circ}\text{C}$ no ponto A e $41,6^{\circ}\text{C}$ no ponto B). A temperatura absoluta máxima registrada ($53,0^{\circ}\text{C}$) ocorreu às 12:00h. no ponto A e a mínima absoluta ($23,5^{\circ}\text{C}$) foi observada em ambos os pontos às 06:00h. Foi observado na medição do dia 25 de abril de 2005 que a temperatura do piso no ponto A registrada naquele dia, aumentou em $26,0^{\circ}\text{C}$ das 06:00h. até às 11:00h. A

alta amplitude térmica é decorrente da alta capacidade térmica dos materiais “rígidos” urbanos no caso, piso em concreto, que acumulam muito calor, devido a seu baixo albedo.

O termômetro de globo apresentou temperatura média máxima (43,0° C) às 11:00h. e mínima no início da manhã (26,9° C), com amplitude térmica média de 16,1° C (Gráfico 14). Pelo gráfico 14 observa-se que enquanto o termômetro de globo atinge sua temperatura média máxima às 11:00h., quando a radiação solar incidente praticamente coincide com a normal ao piso, a temperatura média do piso continua aumentando até às 12:00h.

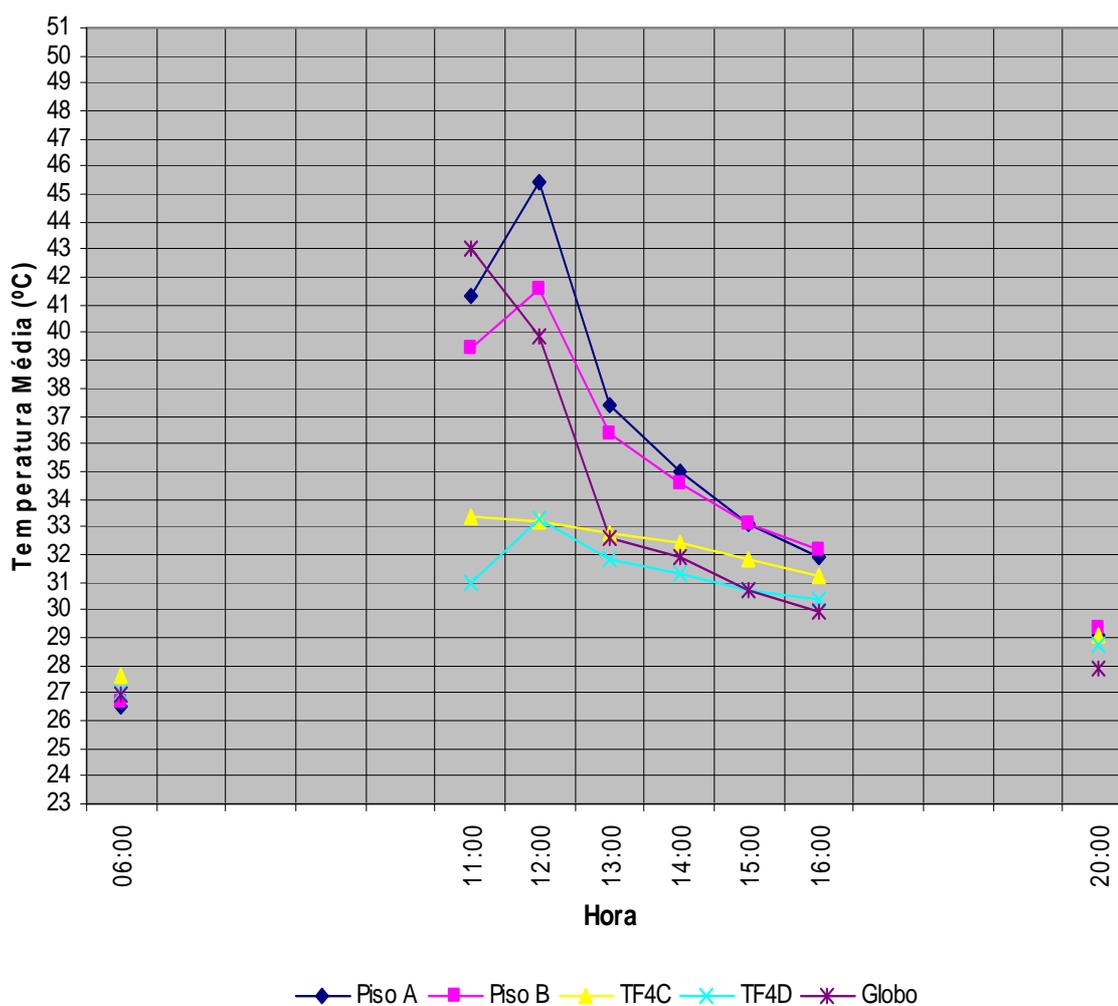


Gráfico 14: Temperatura média de globo, piso e fachada nos pontos 4C e 4D.
Fonte: Medições de campo pelo autor.

Os posicionamentos do termômetro de globo e dos pontos A e B em relação à radiação solar incidente às 11:00h., 12:00h., 13:00h. e 14:00h. do dia 26 de abril de 2005 podem ser visualizados nas Figuras 31, 32, 33 e 34.

É importante observar que a sombra próxima ao termômetro de globo, projetada pelo Edifício C às 12:00h. influenciou a temperatura radiante registrada no momento, no termômetro de globo. A diminuição da radiação solar refletida pelo piso, além da diminuição da radiação de onda-longa emitida pelo piso sombreado favoreceram a diminuição da temperatura do ar em 4C.



Figura 31: Termômetro de globo e a radiação solar às 11:00 h.

Fonte: Acervo do autor – 26 de abril de 2005.



Figura 32: Termômetro de globo e a radiação solar às 12:00 h.

Fonte: Acervo do autor – 26 de abril de 2005.



Figura 33: Termômetro de globo e a radiação solar às 13:00 h.

Fonte: Acervo do autor – 26 de abril de 2005.

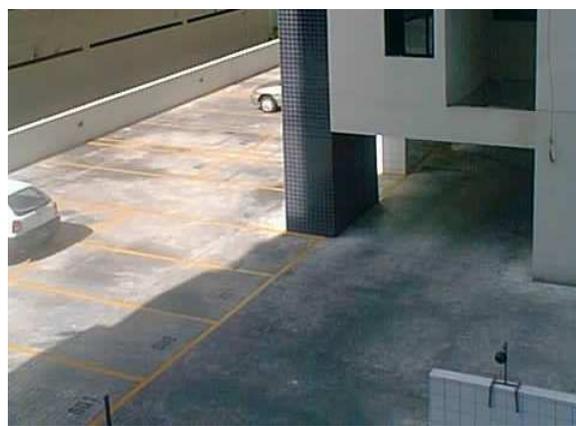


Figura 34: Termômetro de globo e a radiação solar às 14:00 h.

Fonte: Acervo do autor – 26 de abril de 2005.

5.3.1 A Temperatura da Fachada do Edifício C

No período da manhã o tempo de exposição à radiação solar direta é o principal responsável pelo nível de aquecimento da fachada nos pontos 4C e 17C. Após as 11:00h. quando atingem as suas temperaturas médias máximas de 33,4° C e 36,2° C respectivamente, nesse momento já sem ação da radiação solar direta, as temperaturas das fachadas nos dois pontos seguem trajetórias distintas, cada uma influenciada diferentemente por fenômenos particulares (Gráfico 11, p.114).

A fachada no ponto 17C, apesar de receber radiação solar direta apenas no período da manhã, no começo da tarde permanece com a temperatura elevada e relativamente estável, devido principalmente à radiação solar refletida pela fachada de cor clara do Edifício D, no trecho que contém os pontos 25D e 17D. Observa-se que a temperatura média da fachada no ponto 17C, que às 11:00h. atinge a temperatura média máxima de 36,2° C devido à radiação solar direta sobre ele, com o sombreamento, a temperatura média cai para 35,7° C, mas torna a se elevar seguidamente às 13:00h. e 14:00h., quando então atinge novamente sua temperatura média máxima de 36,2° C, apesar de se encontrar em região de sombra durante esse período (Gráfico 11, p.114).

A temperatura da fachada no ponto 4C, por outro lado, segue trajetória descendente, muito embora em ritmo lento de diminuição de temperatura.

Além desses fatores citados, outros fenômenos interferem na temperatura da fachada. Para o ponto 17C, a análise da correlação de Pearson mostra correlações fortes entre a temperatura da fachada no ponto 17C com as temperaturas da fachada nos pontos 25D e 17D, e entre o ponto 17C com a temperatura das superfícies na região inferior compreendida entre os dois edifícios,

mais especificamente com a temperatura de superfície dos pontos 4C, 4D e piso no ponto B. Para o ponto 4C, a análise mostra uma correlação forte entre a temperatura da fachada no ponto 4C, com a temperatura de superfície dos pontos 17C e 4D das fachadas dos edifícios e dos pontos A e B do piso, além da temperatura radiante registrada no termômetro de globo (Figura 35).

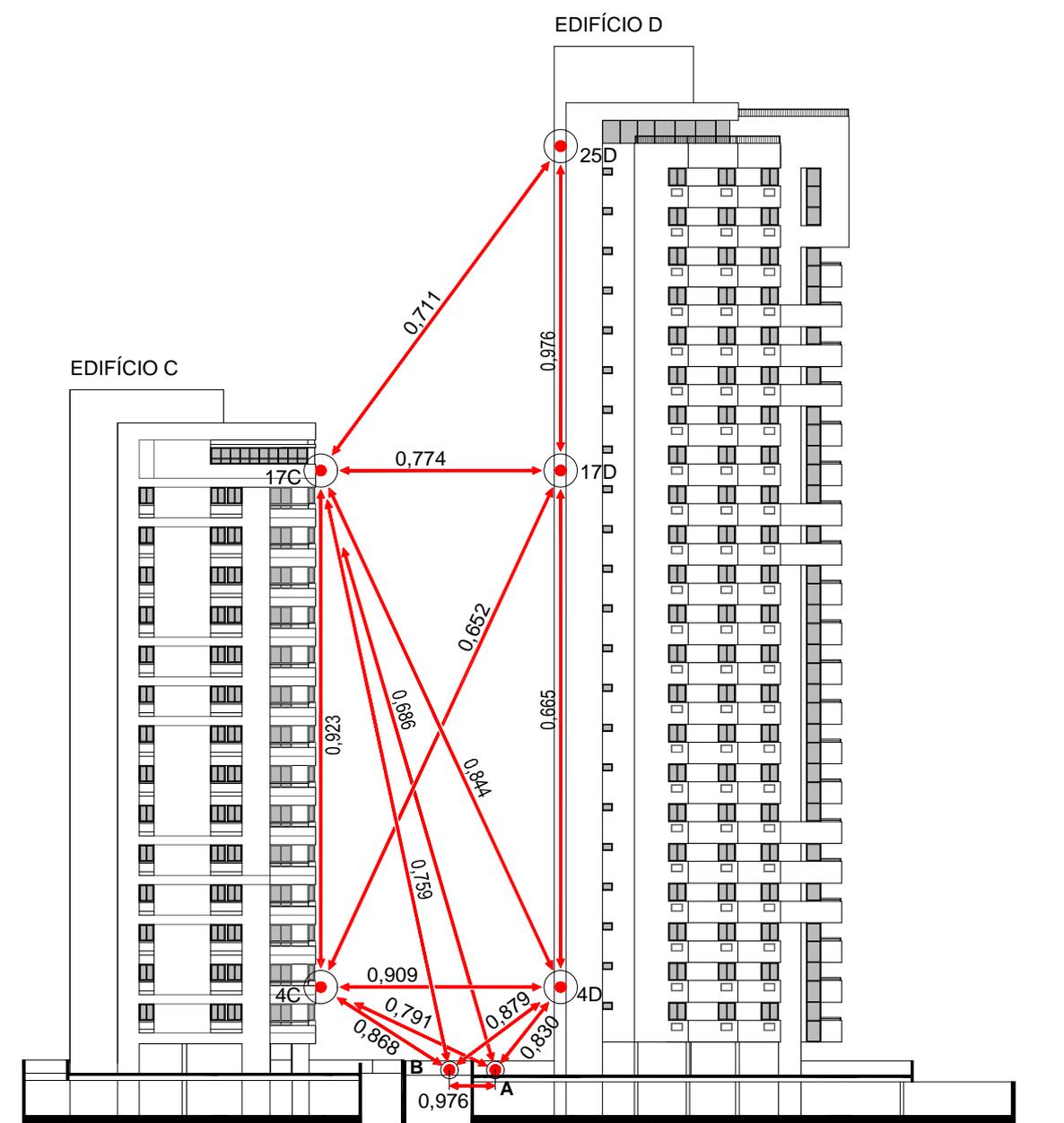


Figura 35: Correlação entre as temperaturas das fachadas dos edifícios.

Fonte: Acervo do autor.

A temperatura da fachada nos pavimentos mais baixos recebe uma maior interferência da reflexão da radiação solar pelo piso, quando não ocorre obstrução à radiação solar, além da radiação térmica de onda-longa emitida pela superfície aquecida do piso entre os dois edifícios. O piso entre os edifícios nos pontos A e B, apresentaram temperatura média sempre superior às das fachadas nos pontos 4C e 4D, entre 11:00h. e 16:00h., favorecendo a emissão de calor para as fachadas.

A correlação forte encontrada entre as temperaturas das fachadas nos pontos 4C e 4D ajuda a explicar a radiação térmica de onda-longa emitida pela fachada no ponto 4C para 4D. Como o revestimento da fachada no ponto 4C é mais escuro e com maior absorvância do que o revestimento do ponto 4D, ele absorve mais calor oriundo do piso por reflexão ou radiação de onda-longa, e assim permanece na maior parte do tempo mais aquecido que a fachada em 4D. A presença da árvore próxima a 4D, sombreando o piso favorece ainda mais essa situação.

A fachada no ponto 17C além da carga térmica que recebe por insolação direta no período da manhã, e por reflexão da radiação solar pela fachada oposta no período da tarde, ainda recebe nesse período do dia calor proveniente da radiação de onda-longa do trecho da fachada do edifício D, aquecida pelo sol, e que se mantém mais quente que a fachada no ponto 17C entre 14:00h. e 16:00h. Além dessas fontes de calor, a fachada no ponto 17C ainda mantém correlação forte com a temperatura da fachada no ponto 4C e temperatura do piso, já que o ar aquecido pelo piso é conduzido por convecção térmica (decorrente da diferença de temperatura), para o ponto 17C, dificultando o resfriamento da fachada nesse ponto por convecção com o ar. As correlações fortes encontradas entre estes pontos ajudam a explicar o fenômeno (Figura 35).

Devido a baixa velocidade do vento registrada entre os edifícios, de modo geral, este não tem capacidade de resfriar adequadamente as superfícies das fachadas do Edifício C como seria esperado.

A análise de correlação entre as velocidades do vento e as temperaturas das fachadas (Tabela 03), mostra uma correlação fraca, ou de fraca a moderada entre estas variáveis para os pontos monitorados. A correlação encontrada entre a velocidade do vento e a temperatura da fachada no ponto 4C, positiva, indica que pode, através de uma correlação de fraca a moderada, porém significativa, que o ar em contato com a superfície mais quente do piso pode estar sendo aquecido por convecção, e transportado pelo vento para junto da fachada, dificultando o seu resfriamento (o piso está sempre mais aquecido que a fachada no ponto 4C, exceto às 06:00h.).

Como a temperatura média do ar junto ao ponto 4C está sempre abaixo da temperatura da fachada no mesmo ponto, isto faz com que o ar não aqueça a fachada, entretanto, o resfriamento da fachada por trocas térmicas com o ar acontece, porém de forma limitada, mas significativa.

Tabela 03: Coeficiente de correlação entre a temperatura da fachada e a velocidade do vento

| | |
|-------|------------|
| TF4C | 0,330** |
| TF4D | (-0,097) |
| TF17C | 0,108 |
| TF17D | (-0,134*) |
| TF25D | (-0,299**) |

** - correlação significativa no nível 0,01

* - correlação significativa no nível 0,05

Legenda: TF = temperatura da fachada no ponto

Apesar da correlação fraca entre a temperatura da fachada e a velocidade do vento no ponto 17C, não se pode afirmar que o vento não esteja colaborando no

resfriamento da fachada nesse ponto. Mesmo com a baixa velocidade média do vento, tanto no ponto 17C (1,2 m/s), quanto no ponto 4C (1,1 m/s), a temperatura média do ar próximo à fachada do Edifício C esteve, de modo geral, sempre mais baixa que a temperatura média do ar próximo à fachada do Edifício D, apesar da fachada do Edifício C se apresentar mais aquecida que a confrontante, demonstrando a importância da ventilação no resfriamento da fachada.

5.3.2 A Temperatura da Fachada do Edifício D

O maior tempo de exposição à radiação solar direta foi o principal responsável pelo fato dos pontos mais elevados da fachada do Edifício D apresentarem as mais altas temperaturas. Enquanto os pontos 25D, 25D2, 17D e 17D2 situados em posição elevada da fachada do Edifício D, permaneceram durante o período da tarde, nos horários de monitoramento, sem obstrução à radiação solar direta, o ponto 4D situado em região mais baixa da fachada do edifício, só recebeu radiação solar direta por volta das 12:00h., durante um curto intervalo de tempo, e nos primeiros dias de medição às 16:00h., permanecendo o restante do dia ora sombreado pelo Edifício D, ora pelo Edifício C. Por outro lado, o ponto 4D2 da fachada, permaneceu a maior parte do dia sombreado pelos edifícios C e D, e quando isto não ocorreu, o ponto 4D2 da fachada teve a radiação solar bloqueada pelas folhagens de uma árvore próxima, que absorveu a radiação solar e a dissipou para o meio ambiente por evapotranspiração, excetuando-se por volta das 12:00h. quando o ângulo de incidência da radiação solar permitiu que o ponto 4D2 fosse atingido diretamente pelos raios solares.

Apesar do ponto 17D2 da fachada do Edifício D possuir o mesmo tipo de revestimento do ponto 25D2, e ter ficado exposto à radiação solar direta durante o mesmo tempo que esse, até o último horário diurno de medição da temperatura das fachadas (16:00h.), o ponto 25D2 apresentou durante os 22 dias de medição, nos horários fixados, uma temperatura média da superfície de 40,6° C, sempre superior à do ponto 17D2, com temperatura média de superfície de 36,4° C. Da mesma forma e sob as mesmas condições, mas com revestimento diferente em relação ao primeiro par de pontos, a superfície da fachada no ponto 25D apresentou temperatura de superfície em média 1,7° C acima da registrada no ponto 17D, no mesmo período de 22 dias (Gráfico 12, p.116).

A diferença de temperatura média de fachada entre os pontos 25D2 e 17D2 (diferença média máxima de 7,0° C às 15:00h.) e entre os pontos 25D e 17D (diferença média máxima de 3,4° C às 15:00h.), pode ser explicada pela proximidade aos pontos 17D2 e 17D, da sombra projetada na fachada do Edifício D, pelo Edifício C, que se estendeu até o 16º pavimento do Edifício D, um pavimento abaixo do ponto de medição (Figuras 36 e 37).

O trecho da fachada sombreada e com temperatura mais reduzida em comparação ao trecho de fachada dos andares superiores, que permaneceu exposto à radiação solar direta, influenciou as temperaturas da fachada nos pontos 17D2 e 17D, já que o ar aquecido nesses pontos em movimento ascendente, permitiu que o espaço fosse ocupado pelo ar menos aquecido das regiões inferiores, o que facilitou as trocas térmicas por convecção entre a fachada e o ar, resfriando a primeira.

De maneira contrária, as superfícies aquecidas das fachadas nos pontos 25D2 e 25D, tiveram dificuldade de realizar trocas térmicas por convecção com o ar estagnado e também aquecido nesse nível de fachada. A velocidade média do vento

de 0,1 m/s, nesse ponto, sem capacidade de remoção do ar aquecido, contribuiu decisivamente para a ocorrência do fenômeno.



Figura 36: Fachada do Edifício D. Sombra entre o 11º e 12º pavimentos às 14:00h.
Fonte: Acervo do autor – 23 de abril de 2005.



Figura 37: Fachada do Edifício D. Sombra no 16º pavimento às 16:00h.
Fonte: Acervo do autor – 23 de abril de 2005.

Esta diferença de temperatura da fachada entre o par de pontos 25D2 e 25D, e o par de pontos 17D2 e 17D, pode ainda ser explicada, por um vórtice formado a sotavento do Edifício D, (Figura 38), que estaria transportando o ar aquecido na cobertura dos edifícios D e C para os pontos 25D2 e 25D, aquecendo o ar nesses pontos, que em conjunção com o ar aquecido ascendente, do trecho ensolarado mais abaixo da fachada do Edifício D, estaria dificultando as trocas térmicas por convecção entre a temperatura da fachada e a do ar nesse ponto.

A correlação forte existente entre a temperatura da fachada em 25D e no ponto 17D ($r=0,976$) que pode ser observada na Figura 35, reforçam a hipótese. As

relações das temperaturas das fachadas com o ar podem ser visualizadas na Figura 39.

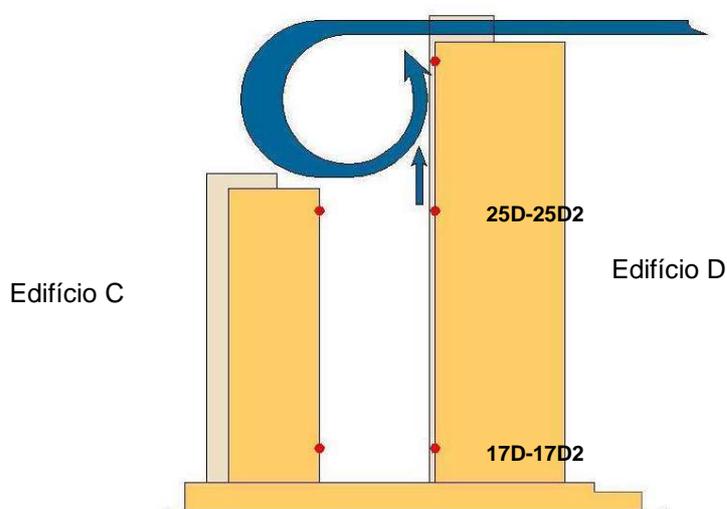


Figura 38: Desenho esquemático do vórtice à sotavento do Edifício D.

Fonte: Acervo do autor.

Além da radiação solar direta, outras variáveis contribuem para a definição das temperaturas nas fachadas. Logo no início da manhã, às 06:00h., com os primeiros raios solares, as temperaturas da fachada no ponto 17C e 4C apresentam-se superiores às temperaturas da fachada do Edifício D, e dessa forma, a fachada do Edifício C passa a emitir radiação térmica de onda-longa para a fachada do Edifício D, situação esta que permanece até às 12:00h. entre os pontos 17C e 25D, e até às 13:00h. entre os pontos 17C e 17D. A partir desses horários a situação se inverte, e a fachada do Edifício D nos pontos 25D e 17D passa a emitir radiação térmica de onda-longa para a fachada do Edifício C, situação que persiste durante o restante das horas do período diurno. A análise de correlação entre estes pontos das fachadas aponta para esse fenômeno (Figura 35, p.121), que pode ser visualizado facilmente através da comparação entre as temperaturas (Figura 39).

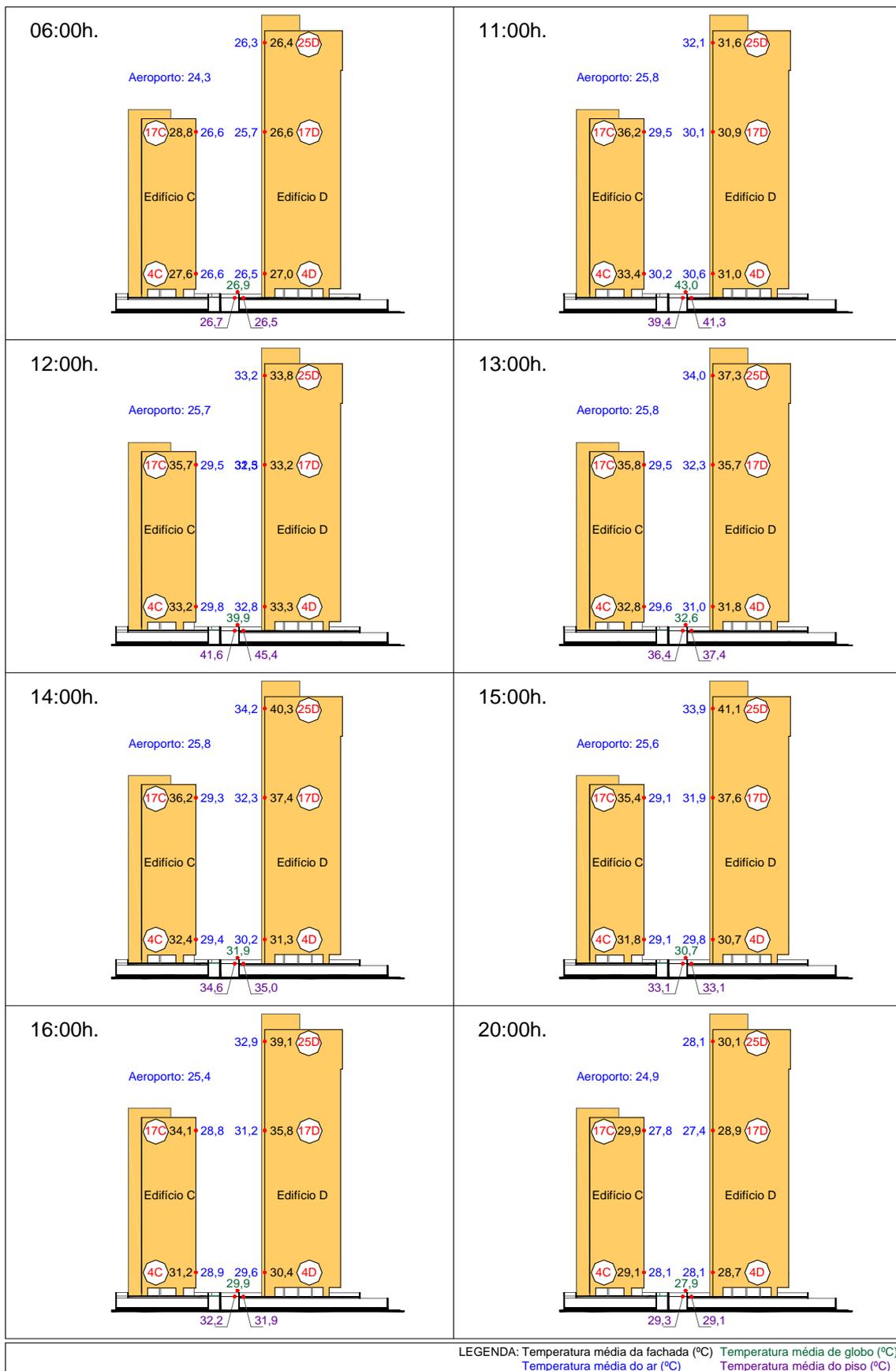


Figura 39: Resumo esquemático das temperaturas médias horárias monitoradas. Fonte: A partir de medições de campo pelo autor e dados da subdivisão de meteorologia do CINDACTA III de 12 abril à 09 de maio de 2005.

A temperatura da fachada no ponto 4D tem comportamento distinto da dos pontos 17D e 25D da mesma fachada. Esta temperatura está mais correlacionada com as temperaturas das superfícies do piso, e das temperaturas nos pontos 4C e 17C que se inter-relacionam fortemente.

A temperatura da fachada no ponto 4D é incrementada pela reflexão da radiação solar no período da manhã através do piso, e da fachada do Edifício C, e pela radiação térmica de onda-longa emitida prioritariamente pelo piso e pela fachada no ponto 4C. É importante observar que a radiação solar incidente no espaço compreendido entre os dois edifícios, é refletida através de um processo de múltiplas reflexões pelos planos que definem o espaço, ou seja, fachada do Edifício C, piso entre edifícios e fachada do Edifício D. Estas reflexões acabam atingindo a maioria dos pontos entre os edifícios, em diferentes graus de intensidade, de acordo com a sua posição.

A forte correlação entre as temperaturas das fachadas em 4D e 4C e as temperaturas do piso nos pontos A e B, é decorrente da maior proximidade desses pontos das fachadas com o piso, comparativamente com os demais pontos (Tabela 04).

Tabela 04: Coeficiente de correlação entre a temperatura da fachada e a temperatura do piso

| Temperatura da fachada | Temperatura do Piso B | Temperatura do Piso A |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| TF4C | 0,868** | 0,791** |
| TF4D | 0,879** | 0,830** |
| TF17C | 0,759** | 0,686** |
| TF17D | 0,299** | 0,229** |
| TF25D | 0,386** | 0,309** |

** - correlação significativa no nível 0,01

Legenda: TF = temperatura da fachada no ponto

A análise da correlação entre a velocidade do vento e a temperatura da fachada no ponto 25D apresenta uma correlação fraca negativa, embora significativa no nível 0,01 (Tabela 03, p.123), devido à baixa velocidade do vento nesse ponto, o

que indica uma possibilidade pequena de resfriamento da fachada nesses pontos pelo vento. Nos pontos 17D e 4D, a correlação da temperatura da fachada com a velocidade do vento é insignificante devido ao fato desses pontos se encontrarem em região de pressão negativa, na fachada a sotavento do Edifício D, além do ponto 4D se encontrar também protegido do vento por uma árvore próxima.

5.3.3 Distribuição Térmica das Superfícies das Fachadas

Para investigação do comportamento térmico das superfícies que compõem as fachadas dos edifícios C e D, foram obtidas imagens infravermelhas das duas fachadas em estudo. A análise das imagens infravermelhas mostrou que as temperaturas das superfícies das fachadas não são uniformes, mesmo para pontos muito próximos de uma mesma superfície de fachada, e com as mesmas características físicas.

As temperaturas das superfícies das fachadas observadas variaram através de sucessivos gradientes de temperatura em todas as direções, ao longo das superfícies das fachadas. Sob as mesmas condições climáticas, além das propriedades das superfícies dos materiais das fachadas como absorvância, refletância e emissividade, outras variáveis interferem na determinação da temperatura de um determinado ponto da fachada, como as características físicas do entorno do ponto medido, e a constituição das paredes que compõem as envoltórias dos edifícios.

Foi observado, através das imagens infravermelhas, que na região próxima às arestas dos edifícios há uma tendência a maior variação de temperatura da superfície, dependente das condições térmicas a que esteja sujeita a outra

superfície que define a aresta. O calor absorvido por uma superfície é conduzido para a outra superfície, e o somatório do calor absorvido pelas duas superfícies provoca o aumento do calor na região (Figuras 40 e 41).

As imagens infravermelhas do Edifício D mostram claramente que os trechos das fachadas, em que as paredes eram compostas pelas vigas e pilares em concreto armado da estrutura do edifício, apresentaram temperaturas de superfície inferiores às dos trechos em alvenaria de tijolos cerâmicos furados, com diferenças em média, de 4,1% nos trechos de fachada com revestimento acrílico na cor bege, e em média de 4,5% nos trechos da fachada revestidos em cerâmica Portobello 10x10 cm na cor azul petróleo (azul próximo do preto). A diferença de temperatura é tão marcante, que é possível identificar as vigas, os degraus da escada, assim como os pilares nas extremidades do edifício e na caixa de escada (Figura 42).

A diferença média entre a temperatura do trecho de fachada com estrutura de concreto armado do Edifício D e da temperatura do trecho de fachada em alvenaria de tijolos cerâmicos, foi obtida a partir das imagens infravermelhas do Edifício D, dos pontos da fachada identificados na Figura 43 e imagens infravermelhas constantes no Apêndice C.

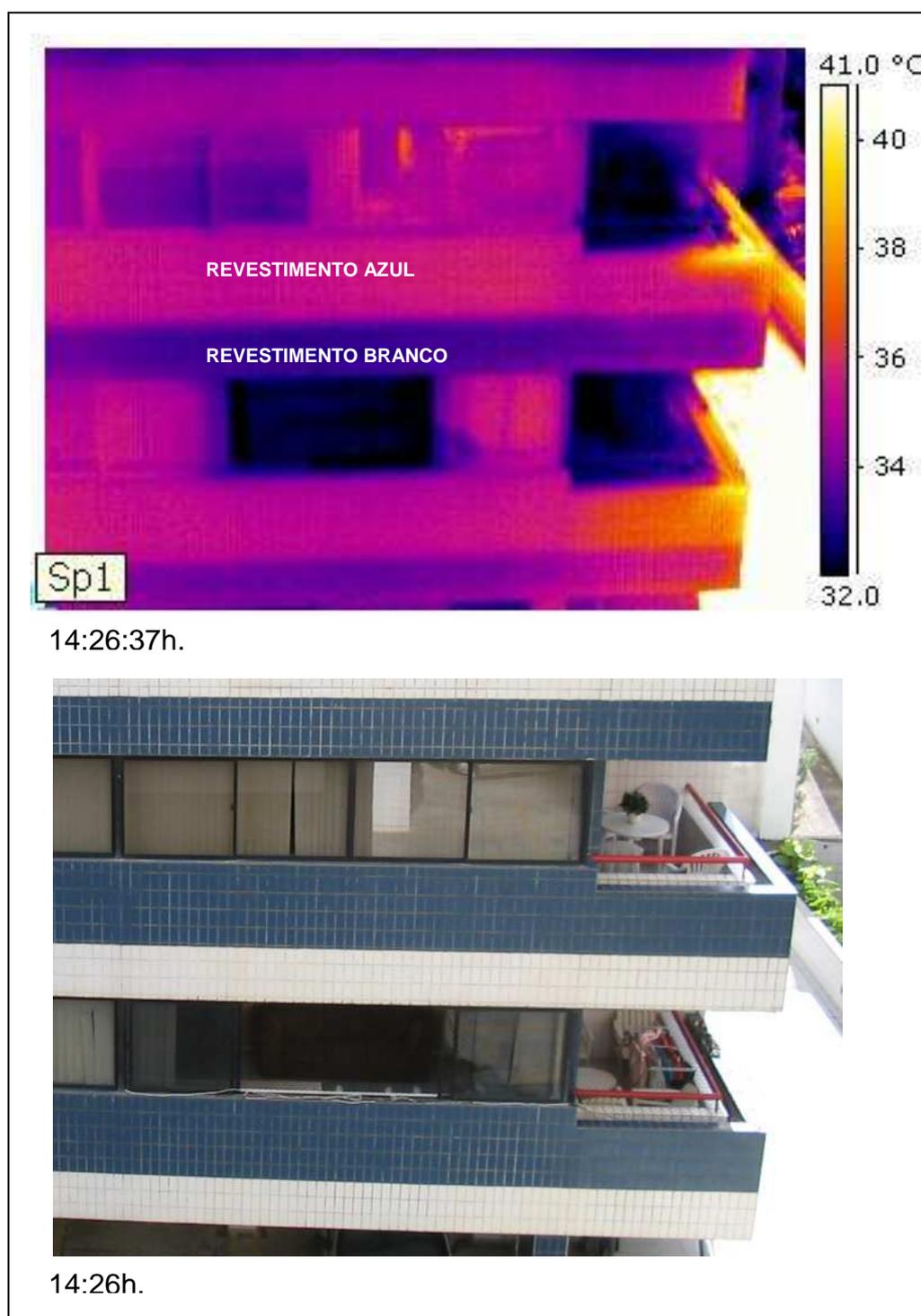


Figura 40: Imagens infravermelha e convencional mostrando as superfícies dos peitoris das varandas do 3^o e 4^o pavt^{os.} do Edifício C mais aquecidas.
 Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.

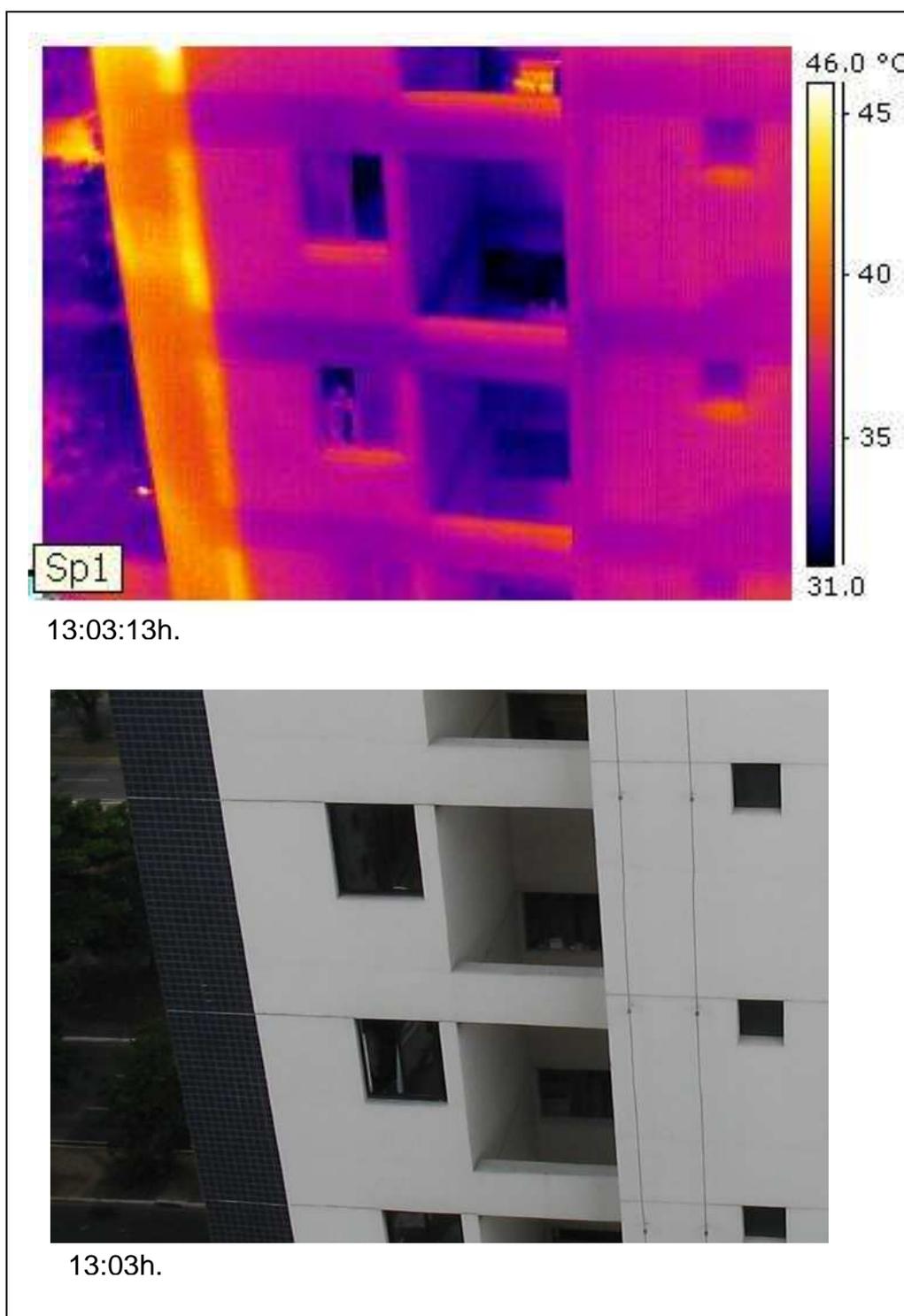


Figura 41: Imagens infravermelha e convencional mostrando as superfícies dos peitoris das janelas e borda superior das vigas do 13^o e 14^o pavt^{os}. do Edifício D mais aquecidas.

Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.

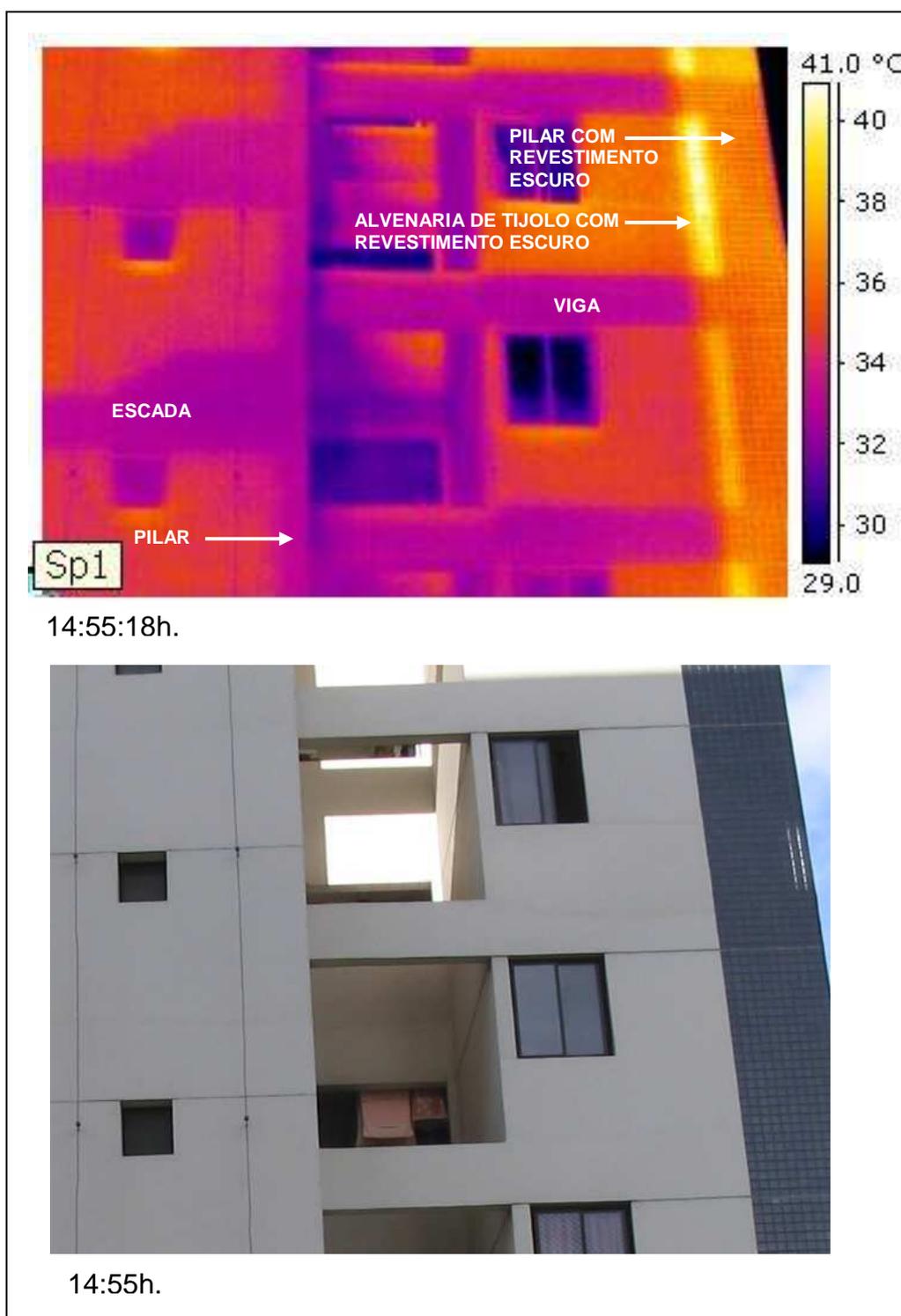


Figura 42: Imagem infravermelha e convencional mostrando os trechos menos aquecidos da superfície da fachada do Edifício D no 11^o e 12^o pavt^{os}. com estrutura em concreto armado.

Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.

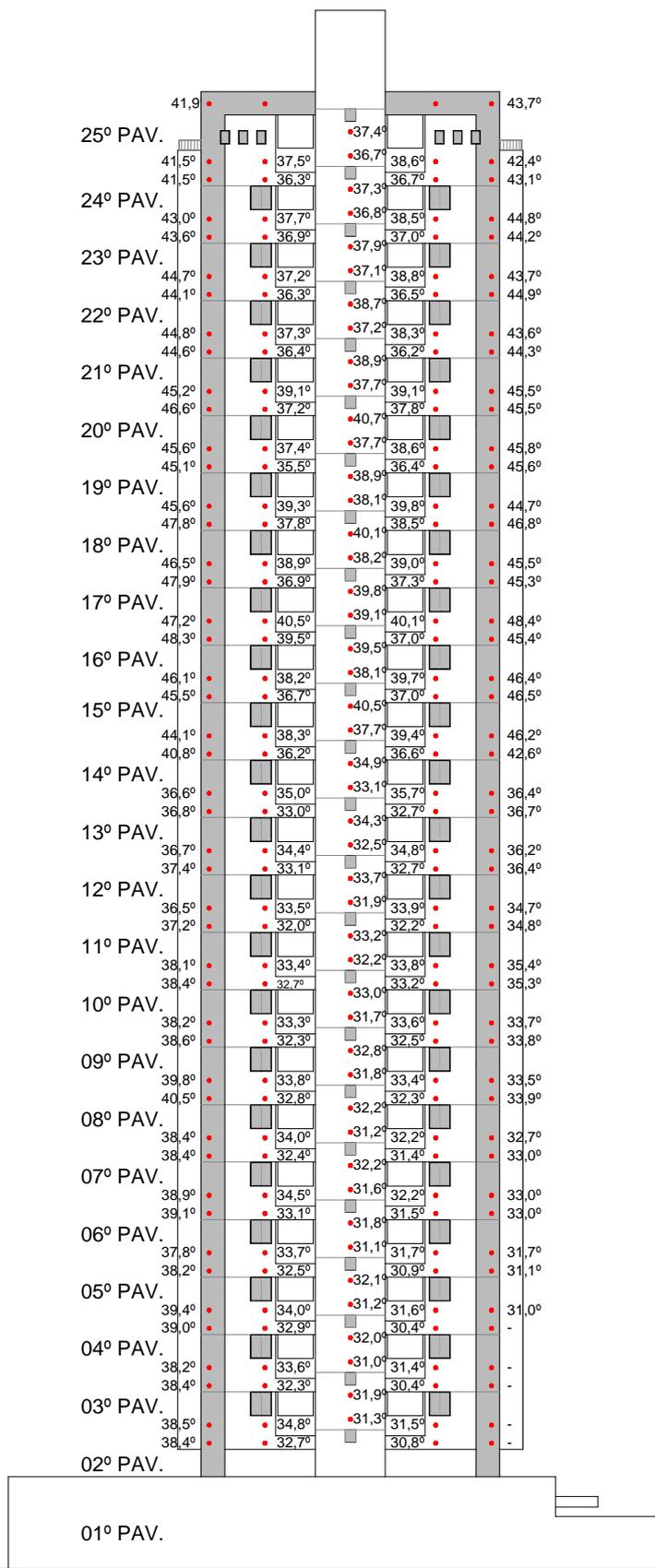


Figura 43: Distribuição térmica da fachada Oeste do Edifício D obtidas a partir das imagens infravermelhas em 10 de maio de 2005 das 14:47h. até 15:20h.

Fonte: Acervo do autor.

As imagens infravermelhas do Edifício D foram realizadas entre 14:47h. e 15:02h. num intervalo de tempo de aproximadamente 15 minutos, durante um período instável do tempo, com sol e chuva fraca logo antes do registro das imagens. A fachada do Edifício D no momento da realização das imagens estava ensolarada a partir do 13º pavimento, o que provocou um aumento da temperatura nessa região da fachada, mas devido à instabilidade do tempo no dia, com muita nebulosidade, o comportamento térmico da fachada não seguiu o padrão médio obtido durante todo o período de monitoramento das variáveis climáticas.

A absorvância do revestimento da fachada se mostrou ser o fator que exerce maior influência no ganho de calor das fachadas dos edifícios que recebem radiação solar direta.

Os pontos 17D2 e 25D2 situados na faixa de revestimento cerâmico escuro da fachada do Edifício D apresentaram valores médios de temperatura superficial, durante os 22 dias de monitoramento, sempre superiores aos obtidos nos pontos 17D e 25D respectivamente (Gráfico 12, p.116). A fachada no ponto 17D2 apresentou temperatura em média 3,4º C acima da encontrada no ponto 17D, com diferença de temperatura média máxima de 5,8º C às 14:00hs, enquanto que a temperatura da fachada no ponto 25D2 se manteve em média quase 6,0º C acima da temperatura da fachada no ponto 25D, e com diferença máxima de temperatura média de 9,4º C também às 14:00h. (Figuras 44 e 45).

Na análise comparativa dos pares de ponto 17D2/17D e 25D2/25D observou-se que o revestimento cerâmico escuro dos pontos 17D2 e 25D2, apresentou um ganho de temperatura mais acelerado em função do tempo, em comparação com o revestimento acrílico bege (claro) dos pontos 17D e 25D, até às 14:00h., quando ambos pares de pontos, atingiram a diferença de temperatura

média máxima de fachada, muito embora a temperatura média máxima das fachadas nos pontos 17D2, 17D, 25D2 e 25D só ter ocorrido às 15:00h. A temperatura média da fachada nesse horário foi de 50,0° C no ponto 25D2 contra 40,8° C no ponto 25D da fachada.

De forma oposta, a partir das 14:00h., o trecho da fachada com revestimento escuro passou a resfriar mais rapidamente que o revestimento claro, o que foi observado até às 20:00h., horário da última medição de temperatura das fachadas. Entretanto, nesse horário, o revestimento escuro ainda se apresentava mais aquecido que o revestimento claro, tanto no par de pontos 17D2/17D quanto no par de pontos 25D2/25D.

Como o ponto 4D2 da fachada do Edifício D encontra-se localizado sob as folhagens de uma árvore próxima, sombreado por esta mesma árvore, os valores encontrados se mostraram inconsistentes para os objetivos propostos, pois como recebeu menos radiação solar que a fachada no ponto 4D, apresentou valores de temperatura média de fachada sempre abaixo dos valores encontrados no ponto 4D da mesma fachada, dificultando a comparação.



Figura 44: Imagem infravermelha onde se observa a diferença da temperatura entre o revestimento escuro e o claro nos pontos 25D e 25D2.

Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.

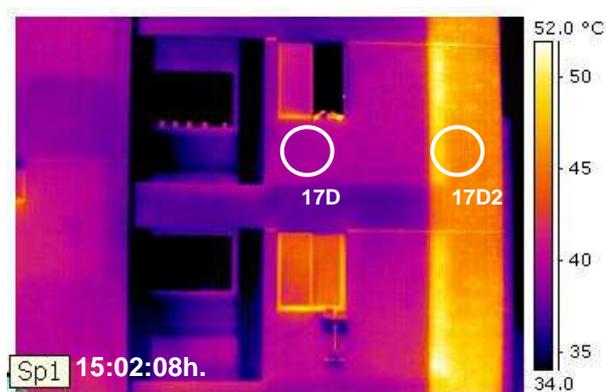


Figura 45: Imagem infravermelha onde se observa a diferença da temperatura entre o revestimento escuro e o claro nos pontos 17D e 17D2.

Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.

Como os revestimentos da fachada nos pontos monitorados do Edifício C, pontos 17C e 4C, são em cerâmica na cor azul (escuro), as medições das temperaturas das superfícies da fachada, durante o período de monitoramento de 28 dias, foram realizados nesses pontos, e assim não foi possível a comparação do comportamento térmico desse revestimento em relação ao revestimento em cerâmica branca no período citado.

Contudo, através das imagens infravermelhas da fachada do Edifício C, foi possível a comparação do comportamento térmico do revestimento cerâmico azul com o branco. As imagens foram realizadas no dia 10 de maio de 2005, a partir das 14:25h., num intervalo de tempo de aproximadamente 16 minutos, logo antes da realização das imagens do Edifício D. A partir dessas imagens foram identificadas as temperaturas aproximadas de pontos ao longo da fachada (Figura 46).

A análise das temperaturas obtidas através das imagens infravermelhas, e indicadas na Figura 46, revelou que a temperatura média na fachada do Edifício C, com revestimento azul (escuro) foi de aproximadamente 34,0° C contra 32,0° C nos trechos da fachada com revestimento cerâmico branco, o que corresponde a uma diferença de temperatura maior que 6% para os trechos com revestimento escuro, decorrente da sua maior capacidade de absorção de calor (Figura 47).

Como as imagens infravermelhas do Edifício C foram realizadas num horário quando a fachada se encontrava totalmente sombreada, e em dia de instabilidade do tempo, a fachada do Edifício C apresentou temperaturas médias equilibradas, que variaram em torno de 5,0° C, sem predominância de maior temperatura em nenhuma região específica da fachada.

A diferença a menor na temperatura, nas regiões da fachada que contêm os elementos estruturais em concreto armado, como registrado no Edifício D, não

pode ser observada na fachada do Edifício C, motivado pela concordância das dimensões das vigas com a marcação na fachada das faixas em azul e branco, e pela alternância das cores das faixas.

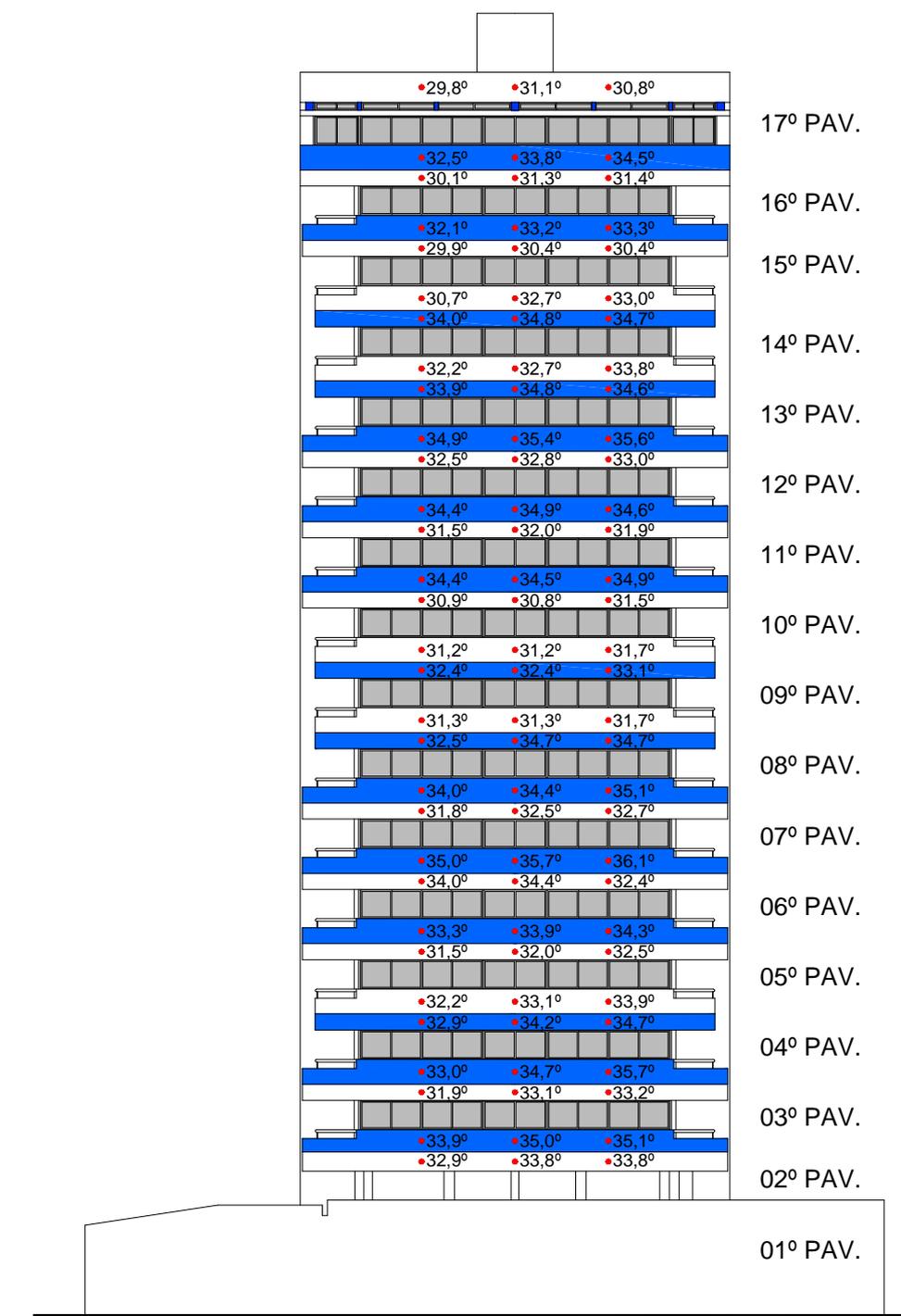


Figura 46: Distribuição térmica da fachada Leste do Edifício C obtidas a partir das imagens infravermelhas em 10 de maio de 2005 das 14:25h. até 14:41h.

Fonte: Acervo do autor.

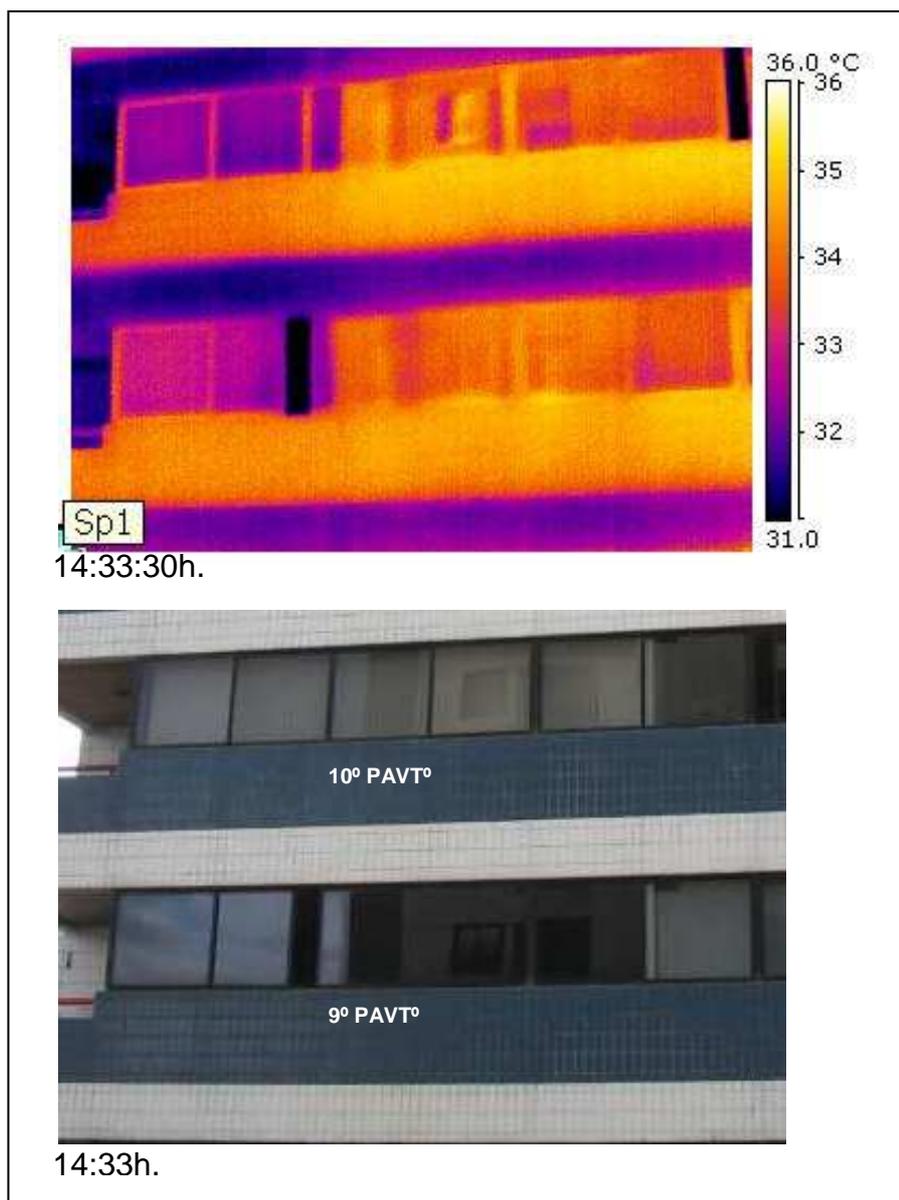


Figura 47: Imagem infravermelha e convencional mostrando o comportamento térmico do revestimento cerâmico azul e branco do Edifício C.

Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.

5.4 A TEMPERATURA DO AR AMBIENTE

Para o estudo do comportamento da temperatura do ar entre as fachadas confrontantes, com orientação Leste do Edifício C e com orientação Oeste do Edifício D, foram utilizados os dados da Estação Meteorológica do Aeroporto

Internacional dos Guararapes e das cinco estações meteorológicas instaladas nas fachadas citadas, além dos dados de temperatura radiante obtida através de termômetro de globo.

A temperatura média do ar durante os 28 dias de monitoramento se manteve relativamente constante, em cada um dos pontos de medição, a partir do início das medições em 12 de abril de 2005 até o início de maio, quando então a temperatura média do ar começou a diminuir com a aproximação do período de chuvas (Gráfico 15).

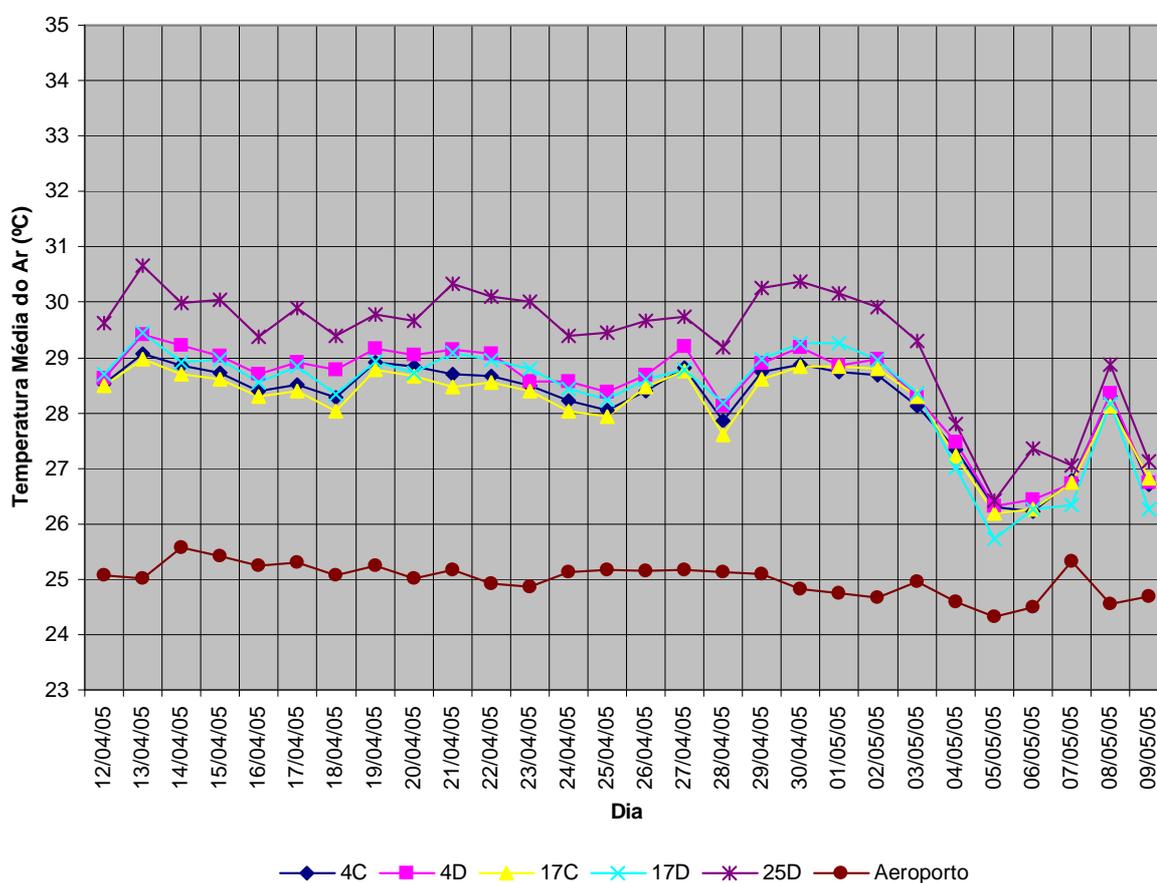


Gráfico 15: Temperatura média do ar diária – 12/04/05 à 09/05/05.

Fonte: Medições de campo pelo autor e dados da subdivisão de meteorologia do CINDACTA III.

Pelo Gráfico 15 pode ser observado que a temperatura média do ar no espaço compreendido entre os edifícios C e D não é a mesma em todos os pontos.

Quando comparadas as temperaturas médias diárias do ar ambiente nos pontos 4C, 4D, 17C, 17D e 25D próximo às fachadas dos edifícios C e D, observa-se que a maior temperatura média do ar diária no período, ocorreu no ponto 25D (29,3° C), enquanto que os demais pontos mantiveram temperatura média do ar diárias muito próximas, umas das outras, em torno de 28,3° C, ou seja, 1,0° C abaixo da temperatura no ponto 25D.

Para a compreensão de como as diversas variáveis climáticas interagem no balanço térmico dentro do espaço compreendido entre os dois edifícios, é necessário avaliar o desempenho horário da temperatura média do ar.

O comportamento da temperatura média do ar registrada no conjunto das cinco estações meteorológicas posicionadas nas fachadas nos pontos 4C, 4D, 17C, 17D e 25D, se manteve com diferença uniforme, no período de medições entre 18:00h. e o início da manhã, mantendo-se praticamente constante a diferença da temperatura média do ar entre os pontos monitorados. (Gráfico 16).

Contudo, já a partir do início da manhã até o anoitecer, com o processo dinâmico de incidência solar sobre as superfícies urbanas, ora sombreadas, ora ensolaradas, as curvas de temperatura média do ar nos cinco pontos monitorados mantiveram comportamentos distintos.

A temperatura do ar não permaneceu uniforme no espaço compreendido entre os edifícios C e D. Diferenças de até 6,7° C foram observadas entre a temperatura do ar nos pontos 25D e 4C no mesmo dia e horário (22 de abril às 14:00h.). Durante o período de monitoramento, a máxima temperatura do ar absoluta (36,4° C) foi registrada às 15:00h. no ponto 25D e a mínima absoluta (22,7° C) foi observada às 05:00h. no ponto 17D, o que representa uma diferença de 13,7° C.

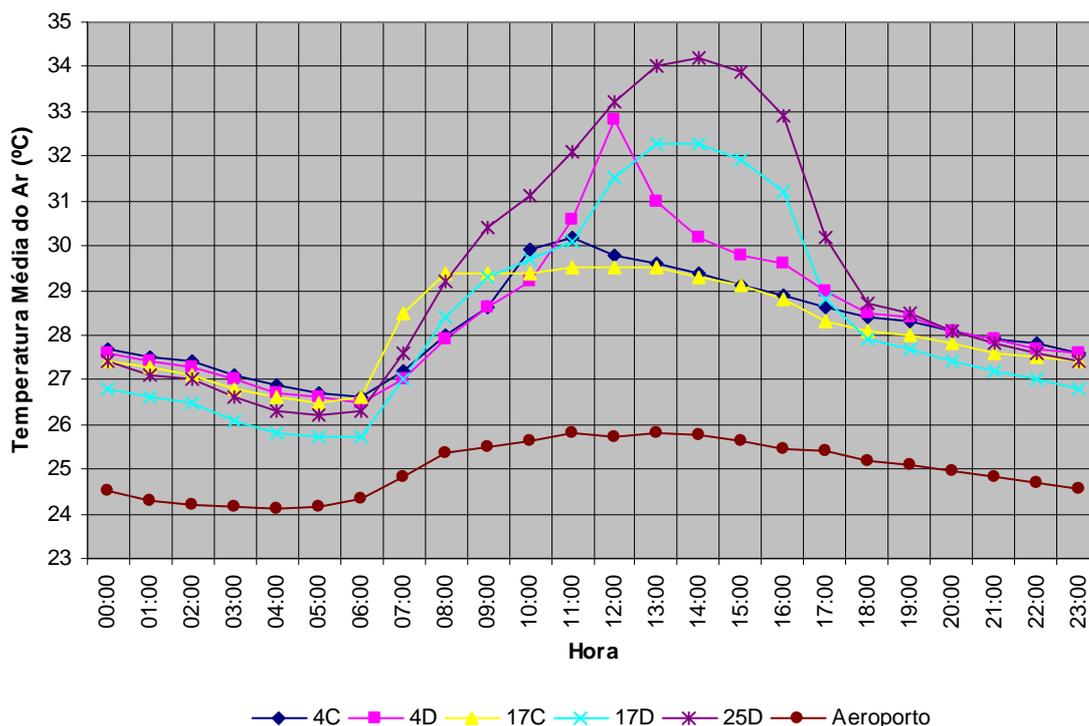


Gráfico 16: Temperatura média do ar horária – 12/04/05 à 09/05/05.

Fonte: Medições de campo pelo autor e dados da subdivisão de meteorologia do CINDACTA III.

A maior temperatura média do ar horária das fachadas dos edifícios, no período de monitoramento, foi registrada no ponto 25D (34,2° C) às 14:00h. e a menor temperatura média do ar no ponto 17D (25,7° C) às 05:00h. e 06:00h., o que corresponde a uma amplitude térmica de 8,5° C em média.

A análise da temperatura média do ar, no intervalo de tempo onde estão as mais altas temperaturas do dia, entre 11:00h. e 16:00h. mostra que neste horário, as temperaturas médias do ar junto ao Edifício D foram sempre superiores às registradas junto ao Edifício C. A temperatura média do ar no ponto 25D nesse intervalo de tempo (33,4° C), é quase 2,0° C superior à temperatura média do ar no ponto 17D situado na mesma fachada (31,6° C) e este por sua vez quase 1,0° C acima da temperatura média do ar registrada no ponto 4D, também na mesma fachada e mesmo horário (30,7° C), enquanto que a temperatura média do ar em 4C e 17C corresponderam a 29,5° C e 29,3° C respectivamente.

A análise da temperatura média do ar no período entre 18:00h. e 06:00h., mostra que nesse horário as curvas de temperatura média do ar seguiram trajetórias descendentes praticamente uniformes, com a temperatura média do ar no ponto 17D destacadamente sempre inferior à temperatura média do ar dos demais pontos próximos às fachadas.

A temperatura média do ar do conjunto de medições às 18:00h. ($28,3^{\circ}$ C) decresceu lentamente até 05:00h., quando então se estabilizou até às 06:00h. ($26,3^{\circ}$ C) com um decréscimo de $2,0^{\circ}$ C no intervalo.

A partir do início da manhã, verifica-se nitidamente através da análise das médias horárias da temperatura do ar (Gráfico 16), que ao receberem a radiação solar direta, os pontos das fachadas ensolarados têm as temperaturas médias do ar elevadas mais rapidamente que as demais. As fachadas nesses pontos, ao refletirem parte da radiação solar que recebem, e ao emitirem através de radiação de onda-longa parte do calor armazenado por elas, fazem com que as temperaturas das superfícies nos pontos próximos, tanto da mesma fachada quanto as do edifício oposto, também se elevem, aumentando a temperatura do ar por convecção nesses pontos.

No início da manhã, percebe-se que a temperatura média do ar no ponto 17C se eleva mais rapidamente que a dos demais pontos, praticamente se estabilizando a partir das 08:00h. até às 13:00h., em torno de $29,5^{\circ}$ C, apesar da redução do ângulo de incidência da radiação solar sobre a fachada. A temperatura média máxima nesse ponto ocorre por volta das 11:00h., quando já não recebe mais a radiação solar direta.

Por volta das 09:00h., com o sol mais alto, os pontos mais baixos da fachada do Edifício C e o piso entre os dois edifícios começam a receber mais

radiação solar direta. Neste momento a radiação refletida (onda-curta) e a emitida (onda-longa) pelo piso e fachada do Edifício C passam a ser as variáveis mais importantes na determinação do aumento da temperatura média das fachadas na região mais baixa dos edifícios, que por convecção elevam a temperatura média do ar nos pontos 4C e 4D, situados nas fachadas dos dois edifícios.

Ainda no Gráfico 16, observa-se como a temperatura do ar em 4C se eleva mais rapidamente do que a do ponto 4D das 09:00h. às 10:00h., quando o primeiro ponto recebe radiação solar direta e o segundo não. Nesse horário a temperatura média do ar em 4C ultrapassa a temperatura de 17C, já praticamente estabilizada desde 08:00h.

Com a mudança da radiação solar direta por volta das 11:00h., que deixa de incidir na fachada do Edifício C e passa a incidir sobre a fachada do Edifício D, a temperatura média do ar no ponto 4D sofre um aumento brusco e acentuado às 12:00h. e fica 3,0° C acima da temperatura média do ar de 4C. Este aumento repentino da diferença de temperatura, que às 11:00h. era de apenas 0,4° C, é decorrente da incidência da radiação solar direta sobre o ponto 4D, somada à radiação solar refletida e à radiação emitida pelo piso, além do sombreamento do ponto 4C e do piso logo abaixo. Em seguida, o ponto 4D passa a ser sombreado pelo Edifício C e a temperatura média do ar no ponto começa a esfriar (Figura 48).

A análise de correlação entre a temperatura do ar e a temperatura do piso, nos pontos A e B, mostra que as mais fortes correlações ocorrem em 4D e 4C (pavimentos mais baixos). Esses resultados são reafirmados ao se correlacionar a temperatura do ar com a temperatura de globo (Tabela 05).

A correlação forte da temperatura do ar no ponto 4D e de moderada a forte no ponto 4C, com a temperatura radiante registrada no termômetro de globo,

evidenciam as trocas térmicas por convecção entre o ar e o piso próximo aos pontos, (este sempre mais aquecido que o ar), e entre o ar e as fachadas aquecidas, devido à emissão de radiação térmica de onda-longa pelo piso além da reflexão de onda-curta da radiação solar pelo piso, quando este está exposto ao sol.



Figura 48: Comportamento da radiação solar direta e sombreamento sobre o ponto 4D da fachada de 10:30h. às 13:00h.

Fonte: Acervo do autor.

Tabela 05: Coeficiente de correlação entre a temperatura do ar e as temperaturas do piso e globo

| Temperatura do ar | Temperatura do Piso A | Temperatura do Piso B | Temperatura de globo |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| TA4C | 0,719** | 0,791** | 0,680** |
| TA4D | 0,855** | 0,881** | 0,708** |
| TA17C | 0,645** | 0,722** | 0,565** |
| TA17D | 0,556** | 0,625** | 0,384** |
| TA25D | 0,584** | 0,652** | 0,422** |

** - correlação significativa no nível 0,01

Legenda: TA = temperatura do ar no ponto

A correlação forte e de moderada a forte entre a temperatura do ar no ponto 17C e as temperaturas do piso nos pontos A e B, ajudam a explicar o deslocamento por convecção térmica, do ar aquecido junto ao piso até o ponto 17C, devido à diferença de temperatura entre o ar próximo ao piso e o ar no ponto 17C, quando o segundo se encontra com sua temperatura mais baixa.

Como o ambiente térmico, em que se encontram os pontos das fachadas em estudo é o mesmo, a tendência é que, quando um ponto se aqueça, os outros em diferentes intensidades, também se aqueçam. O piso aquecido tenderá a aquecer o ar próximo por convecção, e este naturalmente se elevará, atingindo os pontos mais acima.

Enquanto a temperatura média do ar em 4C tende a se resfriar a partir de 11:00h., e a de 4D a partir das 12:00h., as temperaturas médias do ar nos pontos 17D e 25D continuam aumentando em função da incidência da radiação solar naqueles pontos. A temperatura média do ar em 17D alcança o seu valor máximo às 13:00h. (32,3° C) e continua estável até 14:00h., hora em que a temperatura média do ar em 25D é máxima (34,2° C).

É importante observar que a temperatura média do ar no ponto 17C, que havia se estabilizado a partir das 08:00h. volta a se elevar às 11:00h., num momento

onde não há mais incidência solar direta sobre 17C, e coincidindo com a incidência direta da radiação solar sobre o piso entre os edifícios, e logo a seguir, sobre a fachada do Edifício D. Isto demonstra a repercussão da reflexão da radiação solar (esta com maior influência) e da radiação térmica de onda-longa emitida, a partir das superfícies do entorno, no comportamento térmico deste ponto. A superfície de cor clara com alta refletância, predominante na fachada do Edifício D, é a principal responsável pela radiação solar refletida que atinge o ponto 17C.

A temperatura média do ar no ponto 25D se manteve sempre superior à temperatura média do ar no ponto 17D, durante todas as vinte e quatro horas do dia, no período de medições. Como tanto o ponto 25D como o ponto 17D receberam o mesmo tempo de radiação solar direta até às 16:00h., esta diferença de temperatura pode ser explicada por um vórtice formado à sotavento do Edifício D, que estaria transportando o ar aquecido na cobertura do Edifício D e na cobertura do Edifício C, e transferindo-o para o ponto 25D (Figura 38, p.127).

Em função da direção predominante do vento e do posicionamento do ponto 25D próximo à cobertura do Edifício D, é possível que nos momentos de calmaria ou de baixa velocidade do vento acima da cobertura do edifício, que o calor emitido pela cobertura do Edifício D estivesse sendo transportado por advecção para o ponto 25D na fachada à sotavento do edifício, favorecido pela baixa velocidade média do vento nesse ponto (0,1 m/s).

A elevação da temperatura média do ar no ponto 25D às 11:00h., acima da temperatura média da fachada no mesmo ponto, permite visualizar bem o fenômeno. Como todos os pontos monitorados entre as fachadas dos edifícios, apresentaram temperatura média do ar abaixo da verificada no ponto 25D, não se pode atribuir à causa do aquecimento do ar no ponto 25D, à emissão de radiação de

onda-longa pelos pontos mais aquecidos da fachada do Edifício C e do piso entre os edifícios, já que o ar próximo a esses pontos permaneceu com temperatura média mais baixa do que a do ponto 25D. Por outro lado, a reflexão da radiação solar pelo piso entre os edifícios e pela fachada do Edifício D, nesse momento em que o ângulo de incidência solar é quase perpendicular ao piso, afeta principalmente a região mais próxima do piso, ou seja, os pontos 4C e 4D, que não tiveram a sua temperatura do ar elevada a ponto de superar a temperatura média do ar em 25D.

Por outro lado, para acentuar ainda mais a diferença de temperatura média do ar entre 25D e 17D, a temperatura média do ar no ponto 17D pode ter sido influenciada pelo extenso trecho da fachada sombreado, logo abaixo do ponto 17D. O ar mais aquecido no ponto 17D, com a radiação solar incidente sobre a fachada nesse ponto, através de convecção térmica pode ter se elevado, sendo substituído pelo ar mais frio situado logo abaixo, na área sombreada da fachada com menor quantidade de calor absorvido. A baixa velocidade média do vento no ponto 17D (0,2m/s) favorece a ocorrência do fenômeno.

Como a temperatura do ar é diretamente influenciada pela temperatura da fachada próxima, as trocas térmicas por condução entre a fachada no ponto 17D e o trecho de fachada logo abaixo, sombreado e com menor temperatura, favoreceram a menor temperatura média do ar em 17D em comparação com a temperatura do ar em 25D. Da mesma forma, o calor armazenado entre a laje de cobertura e o telhado do Edifício D pode ter sido conduzido através da parede para o ponto 25D, aumentando a temperatura da fachada nesse ponto e conseqüentemente colaborando para o aumento da temperatura do ar nesse ponto por convecção.

5.4.1 Ação do Vento sobre a Temperatura do Ar

Apesar da baixa velocidade média do vento em 17C e 4C, de 1,2m/s e 1,1m/s respectivamente, o vento exerce papel importante na remoção das massas de ar quente nesses pontos, porém o mesmo não ocorre nos pontos 25D, 17D e 4D, pois a velocidade média do vento nesses pontos de 0,1 m/s, 0,2 m/s e nula, respectivamente, não possibilitam qualquer ação que favoreça a remoção do calor próximo a esses pontos.

Ao se comparar as temperaturas médias das fachadas com as temperaturas médias do ar nos pares de pontos 17C/17D e 4C/4D, se observa que a diferença da temperatura média é sempre superior em 17C, comparativamente com 17D, e em 4C em comparação com 4D (Gráfico 17).

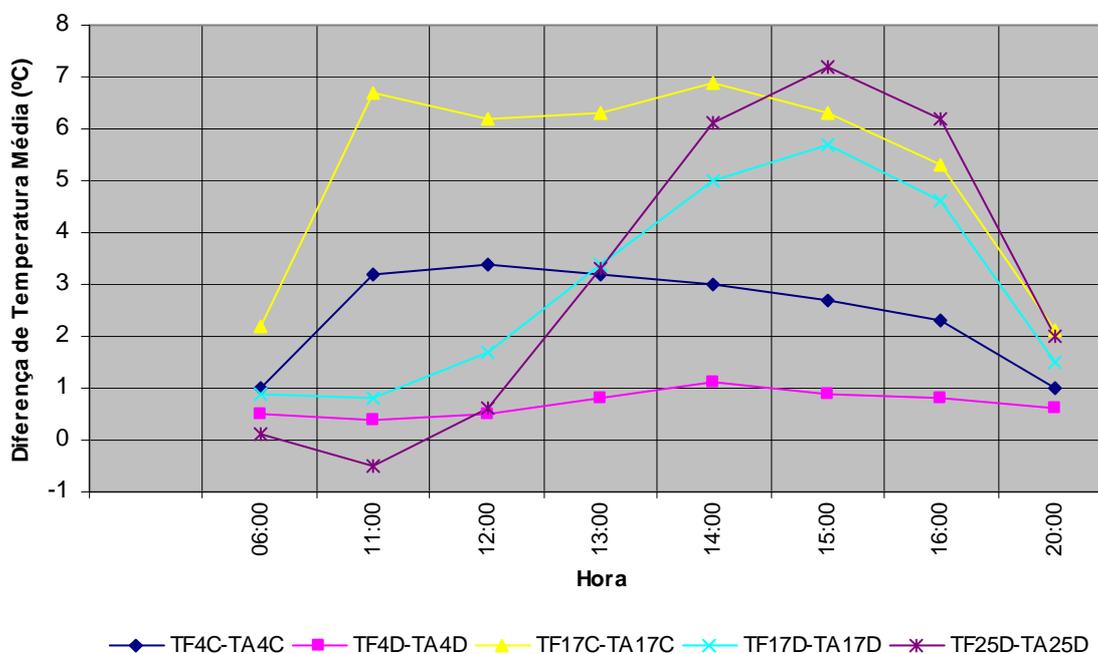


Gráfico 17: Diferença entre a temperatura média da fachada em relação à temperatura média do ar no ponto – 12/04/05 à 09/05/05.

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Mesmo não tendo capacidade de resfriar adequadamente as fachadas, devido a sua baixa velocidade, o vento nos pontos 17C e 4C é capaz de renovar o ar, transportando o ar aquecido por convecção pela fachada mais quente, e dissipando-o na atmosfera, diferente do que ocorre em 17D e 4D onde as velocidades médias do vento foram igual a 0,2 m/s em 17D, e situação de calmaria em 4D. Assim, nas medições entre 11:00h. e 16:00h. quando a radiação solar é decisiva na determinação da temperatura do ar, os pontos 17D e 4D apresentaram sempre as mais altas temperaturas médias do ar em comparação com os pontos 17C e 4C do Edifício C.

5.4.2 A Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa média do ar durante o período de 28 dias de medições permaneceu em torno de 71%, um pouco abaixo da registrada na Estação Meteorológica do Aeroporto (75,5%). Muitos dos aumentos da umidade relativa do ar tiveram relação forte com os períodos de precipitação pluviométrica ocorridos no local de estudo (Gráficos 18 e 19).

As variações da umidade relativa do ar ao longo das horas do dia estiveram inversamente associadas às variações da temperatura média do ar (Gráfico 20). As variações das curvas de umidade relativa do ar nos pontos 4C, 4D, 17C, 17D, 25D e aeroporto (referência) mostram que durante o período noturno houve uma tendência ascendente da umidade média relativa do ar, em todos os pontos monitorados, alcançando as máximas às 05:00h. e 06:00h., exceto no aeroporto onde a máxima umidade relativa média do ar foi registrada às 04:00h.

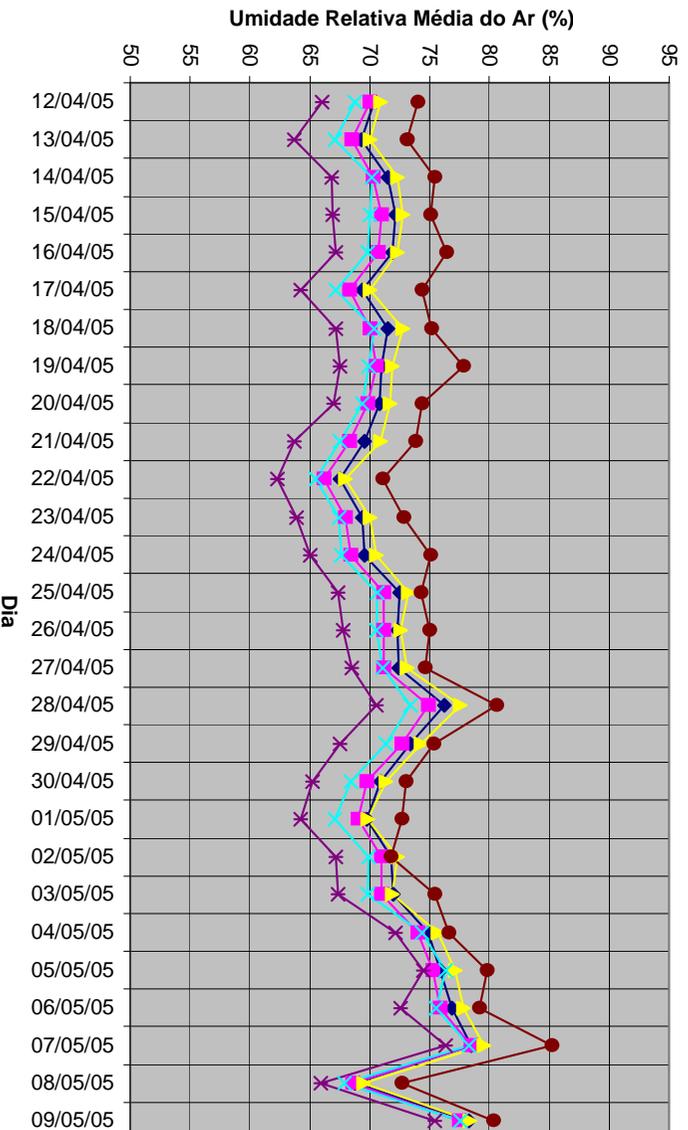


Gráfico 18: Umidade relativa média do ar diária – 12/04/05 à 09/05/05.
 Fonte: Medições de campo pelo autor e dados da subdivisão de meteorologia do CINDACTA III.

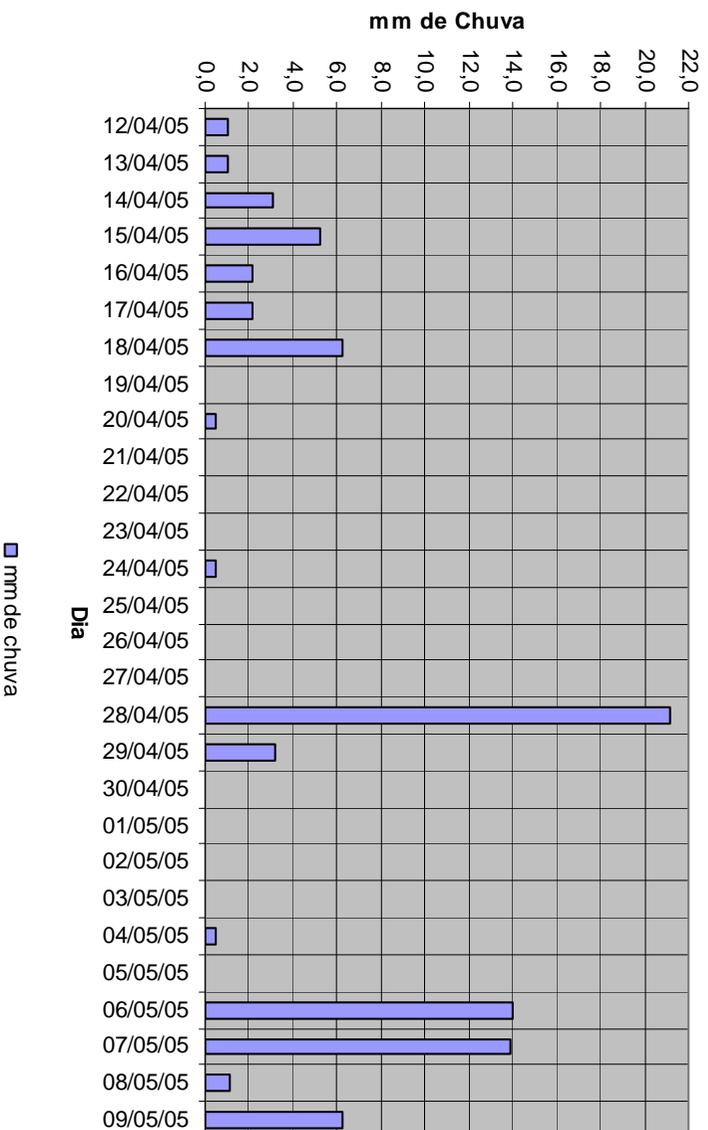


Gráfico 19: Precipitação pluviométrica diária – 12/04/05 à 09/05/05.
 Fonte: Medições de campo pelo autor.

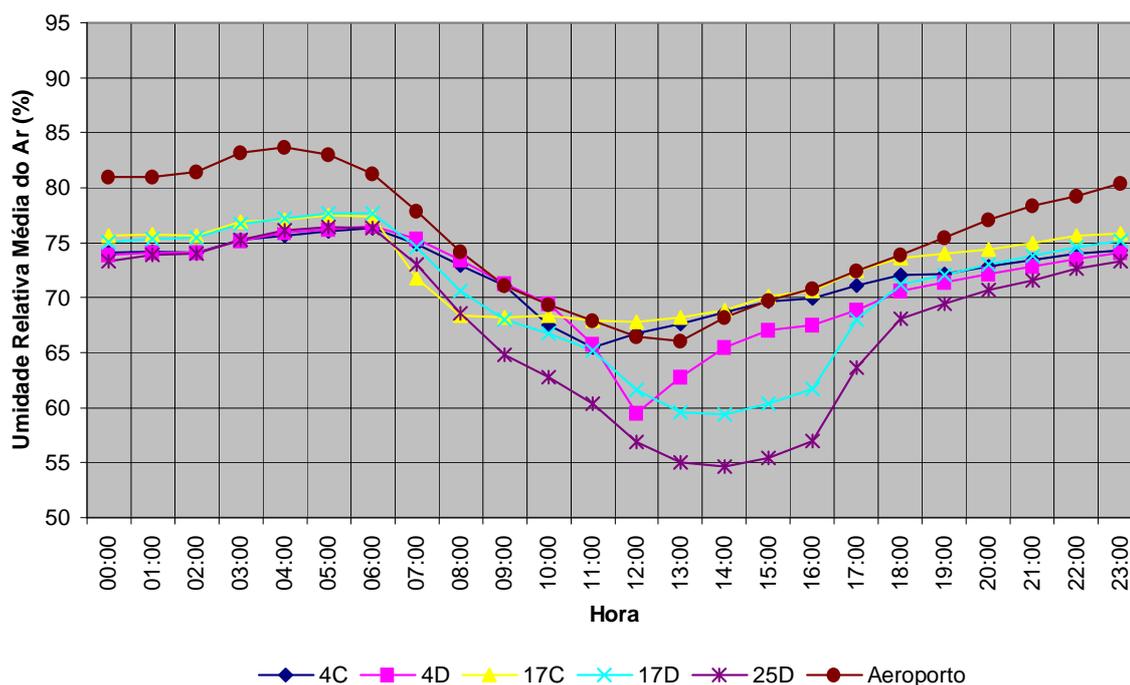


Gráfico 20: Umidade relativa média do ar horária – 12/04/05 à 09/05/05.

Fonte: Medições de campo pelo autor e dados da subdivisão de meteorologia do CINDACTA III.

Com o início da manhã as curvas de umidade relativa do ar seguem trajetórias descendentes, atingindo seu valor mínimo no período da tarde, quando voltam a subir, inversamente proporcionais às temperaturas médias do ar nos respectivos pontos.

Ao aumento da temperatura média do ar está associada uma diminuição da umidade relativa média do ar. Assim os valores mais baixos de umidade relativa média do ar ocorreram às 11:00h. no ponto 4C (65,5%), às 12:00h. nos pontos 4D (59,5%) e 17C (67,8%) e às 14:00h. nos pontos 17D (59,4%) e 25D onde foi registrado o valor médio mais baixo, de 54,6%, todos coincidindo com o horário onde os valores mais altos da temperatura média do ar, nos mesmos pontos, foram registrados (Gráficos 21, 22, 23, 24, 25).

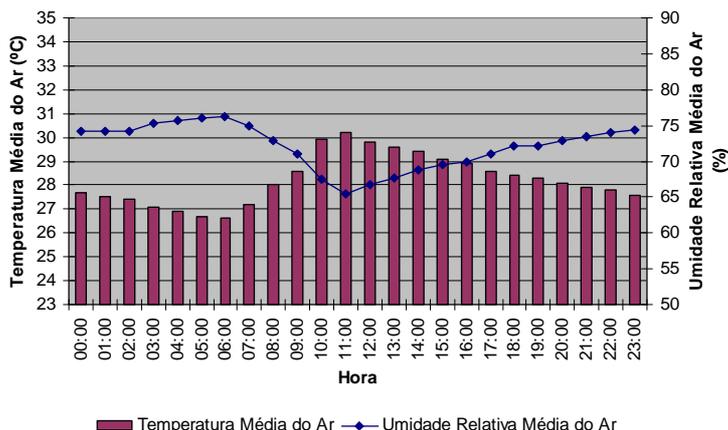


Gráfico 21: Comparação horária entre temperatura média do ar e umidade relativa média do ar no ponto 4C – 12/04/05 à 09/05/05.
 Fonte: Medições de campo pelo autor.

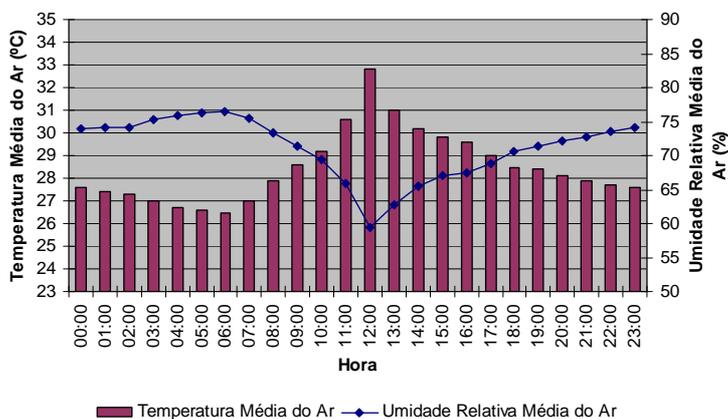


Gráfico 22: Comparação horária entre temperatura média do ar e umidade relativa média do ar no ponto 4D – 12/04/05 à 09/05/05.
 Fonte: Medições de campo pelo autor.

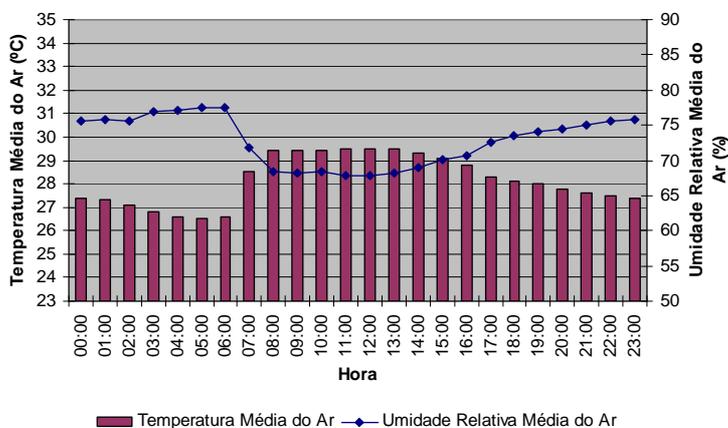


Gráfico 23: Comparação horária entre temperatura média do ar e umidade relativa média do ar no ponto 17C – 12/04/05 à 09/05/05.
 Fonte: Medições de campo pelo autor.

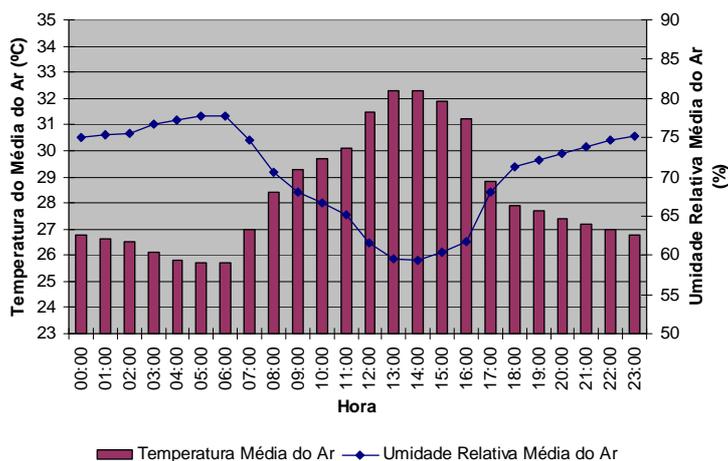


Gráfico 24: Comparação horária entre temperatura média do ar e umidade relativa média do ar no ponto 17D – 12/04/05 à 09/05/05.
 Fonte: Medições de campo pelo autor.

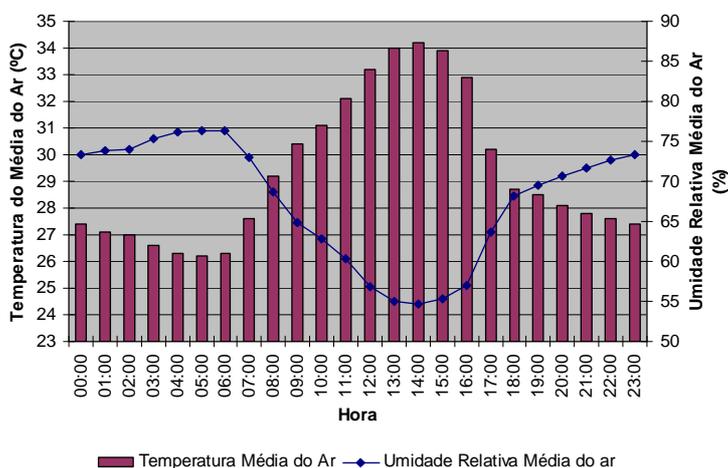


Gráfico 25: Comparação horária entre temperatura média do ar e umidade relativa média do ar no ponto 25D – 12/04/05 à 09/05/05.
 Fonte: Medições de campo pelo autor.

Os valores mais baixos de umidade relativa média do ar nos pontos 17C e 4C, foram os que mais se aproximaram do valor mais baixo encontrado no aeroporto, de 66,0% (Gráfico 26).

Os mais altos valores de umidade relativa média do ar foram observados às 06:00h. em todos os pontos monitorados entre os dois edifícios em estudo, enquanto que no aeroporto o valor médio mais alto ocorreu às 04:00h.

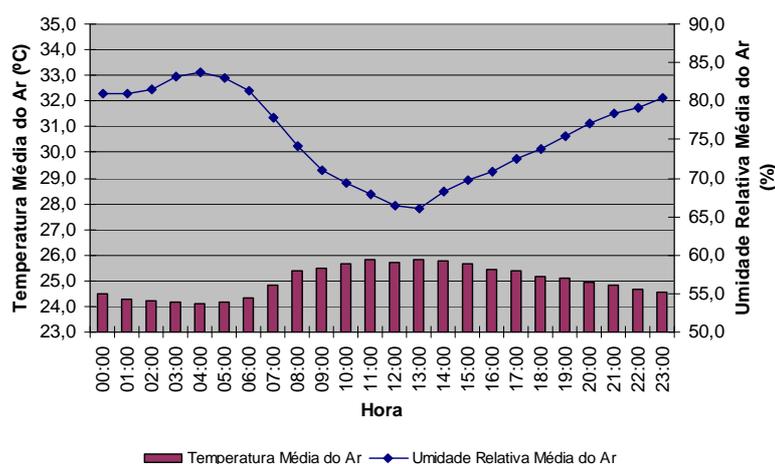


Gráfico 26: Comparação horária entre temperatura média do ar e umidade relativa média do ar na estação aeroporto – 12/04/05 à 09/05/05.
Fonte: Medições de campo pelo autor.

5.4.3 A Temperatura do Ar entre os Edifícios e a de Referência

A média aritmética das temperaturas médias do ar obtidas próximas às fachadas em estudo dos edifícios C e D, nos pontos 4C, 4D, 17C, 17D e 25D, apresentou um valor de 28,5° C, e a amplitude térmica diária nesses pontos foi de 5,0° C (Gráfico 15, p.141). Os valores médios diários foram sempre superiores à média diária obtida na Estação Meteorológica do Aeroporto, que registrou temperatura média diária do ar no período de 25,0° C. A diferença de 3,5° C entre as temperaturas médias diárias do ar registradas próximo às fachadas em estudo, e a média registrada na Estação Meteorológica do Aeroporto, evidencia a formação de ilha de calor urbano no espaço compreendido entre os edifícios C e D.

Para o entendimento das causas que levavam ao aumento da temperatura do ar entre os edifícios C e D, em comparação com a registrada na Estação Meteorológica do Aeroporto é importante o estudo horário da temperatura do ar ao longo do dia.

Assim sendo foi analisado o comportamento da temperatura média horária do ar, durante 24 horas do dia, no período de medições. Foi observado que os valores registrados das temperaturas médias do ar, nas cinco estações meteorológicas instaladas nas fachadas dos edifícios, se mantiveram sempre superiores, em todas as horas de medição, em comparação aos valores registrados na Estação Meteorológica do Aeroporto (Gráfico 16, p.143). A amplitude térmica horária registrada na Estação Meteorológica do Aeroporto foi de $1,7^{\circ}\text{C}$, bem abaixo da amplitude térmica horária registrada pelo conjunto de estações meteorológicas próximas às fachadas dos edifícios C e D ($8,5^{\circ}\text{C}$).

Na comparação da temperatura média do ar obtida nesses cinco pontos monitorados com os registros da Estação Meteorológica do Aeroporto, durante o período noturno (Gráfico 16, p.143), se observa que no horário compreendido entre 18:00h. e 02:00h., a diferença da temperatura média do ar se manteve estável em torno de $2,9^{\circ}\text{C}$ a mais no espaço compreendido entre os edifícios.

Este incremento de temperatura responsável pela formação de ilha de calor urbana noturna é decorrente dos ganhos térmicos das superfícies da cidade, com alta absorvância, cujo fluxo de ar atenuado pela morfologia urbana não foi capaz de dissipar através da transferência de energia por processo convectivo. Só a partir de 02:00h. da madrugada se observa uma queda contínua da diferença da temperatura média do ar entre os edifícios e o aeroporto, até atingir uma diferença mínima de $2,0^{\circ}\text{C}$ às 06:00h.

A partir das 06:00h., já sob o efeito da radiação solar, começa então um aumento contínuo da diferença de temperatura média do ar, entre a média obtida pelo conjunto de estações meteorológicas dos dois edifícios em estudo e a temperatura média do ar registrada na Estação Meteorológica do Aeroporto,

atingindo uma diferença máxima de temperatura média do ar de 5,7° C às 12:00h., quando então a diferença da temperatura média do ar volta a diminuir e estabilizar por volta das 18:00h., o que caracteriza bem a formação de ilha de calor urbano no espaço compreendido entre os edifícios.

A diferença máxima de temperatura média do ar (8,4° C) em relação à registrada na Estação Meteorológica do Aeroporto, foi observada no ponto 25D, próximo à fachada do Edifício D às 14:00h.

O aumento da temperatura média do ar entre os dois edifícios em estudo, em comparação com os valores da temperatura média do ar registrados na Estação Meteorológica do Aeroporto, fica mais evidente no período mais quente do dia. As propriedades dos materiais das superfícies urbanas com baixo albedo, diferente das características locais onde está situada a Estação Meteorológica do Aeroporto, explicam o aumento da diferença da temperatura média do ar nesse horário.

Como a média diária da velocidade do vento medida entre os edifícios se apresentou em torno de 1,2 m/s, ao longo do período de medição, bem abaixo da média diária de 3,5 m/s registrada pela Estação Meteorológica do Aeroporto, é evidente que esta velocidade do vento não foi suficiente, em tempo hábil, para o resfriamento do calor armazenado pelas fachadas dos edifícios e demais superfícies de baixo albedo que compõem o tecido urbano. A relação do binômio “baixa velocidade do vento urbano *versus* propriedades térmicas das superfícies urbanas”, fica bem caracterizada pelas diferenças observadas na temperatura média do ar entre os edifícios e a registrada no aeroporto. Essa diferença a partir das 02:00h. (madrugada) começa a diminuir mas é interrompida às 06:00h., antes que pudesse se aproximar das condições térmicas obtidas na Estação Meteorológica do

Aeroporto, que se mostrou ainda 2,0° C em média abaixo da temperatura entre os edifícios no momento.

É importante salientar que o Aeroporto Internacional dos Guararapes onde está situada a estação meteorológica, distante apenas 1,9 Km do local onde estão implantados os edifícios em estudo, se encontra inserido dentro da malha urbana da cidade, a qual possivelmente interfere na temperatura do ar ambiente do aeroporto, aumentando-a. Caso a estação de referência estivesse posicionada em área rural, sem interferência do clima da cidade, possivelmente as diferenças de temperatura do ar seriam ainda mais contrastantes.

5.5 CORRELAÇÃO COM O FATOR DE VISÃO DO CÉU DOS EDIFÍCIOS

O fator de visão do céu (FVC) é um elemento fundamental no balanço energético entre edifícios. Se por um lado o baixo FVC, para vento calmo e céu limpo, é responsável pelo menor ganho de radiação solar de onda-curta, através do favorecimento ao sombreamento das superfícies, por outro lado pode dificultar as trocas térmicas do espaço compreendido entre os edifícios com a atmosfera, provocando a diminuição da perda por radiação de onda-longa do calor retido entre os edifícios, além de aumentar o índice de reflexões sucessivas da radiação solar pelas superfícies das fachadas dos edifícios e piso entre eles.

Os edifícios C e D possuem um baixo fator de visão do céu ($FVC = 0,09$), que associado às propriedades térmicas dos revestimentos das fachadas e do piso entre eles, exercem influência direta na performance térmica do espaço compreendido entre os edifícios. Da mesma forma, cada um dos pontos da fachada

estudados tem um FVC específico, e o comportamento térmico da região próxima ao ponto depende desse fator (Figura 49 e 50).

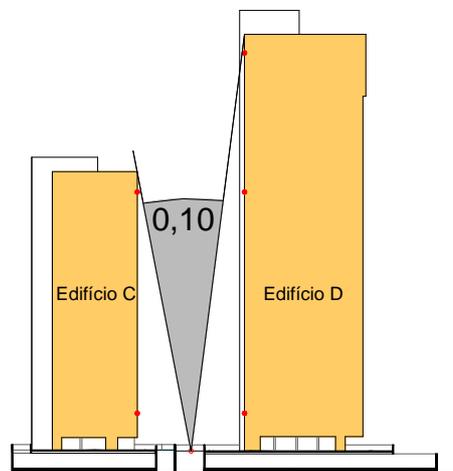


Figura 49: Fator de visão do céu (FVC) dos edifícios C e D.
 Fonte: Acervo do autor.

A análise da relação do FVC com a temperatura média das superfícies e do ar, desconsiderando-se a variável velocidade do vento, e os efeitos benéficos que a mesma exerce sobre a temperatura do ar e das superfícies entre os edifícios C e D, revelou que, para os pontos entre os edifícios com os maiores Fatores de Visão do Céu, houve uma correlação mais forte com uma maior temperatura média das superfícies e do ar entre 14:00h. e 16:00h. Esta correlação é máxima às 14:00h. com a temperatura média do ar, e às 15:00h. com a temperatura média das superfícies (Tabela 06).

Tabela 06: Correlação entre FVC e temperaturas médias do ar e temperaturas médias das fachadas

| | 06:00h. | 11:00h. | 12:00h. | 13:00h. | 14:00h. | 15:00h. | 16:00h. | 20:00h. |
|-----------|------------|------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| FVC x Tar | (-0,301**) | (-0,375**) | (-0,061) | 0,628** | 0,789** | 0,738** | 0,689** | 0,16 |
| FVC x TSp | (-0,162*) | (-0,504**) | (-0,393**) | 0,295** | 0,725** | 0,730** | 0,688** | 0,141* |

** correlação significante no nível 0,01

* correlação significante no nível 0,05

Tar - temperatura do ar

TSp - temperatura da superfície

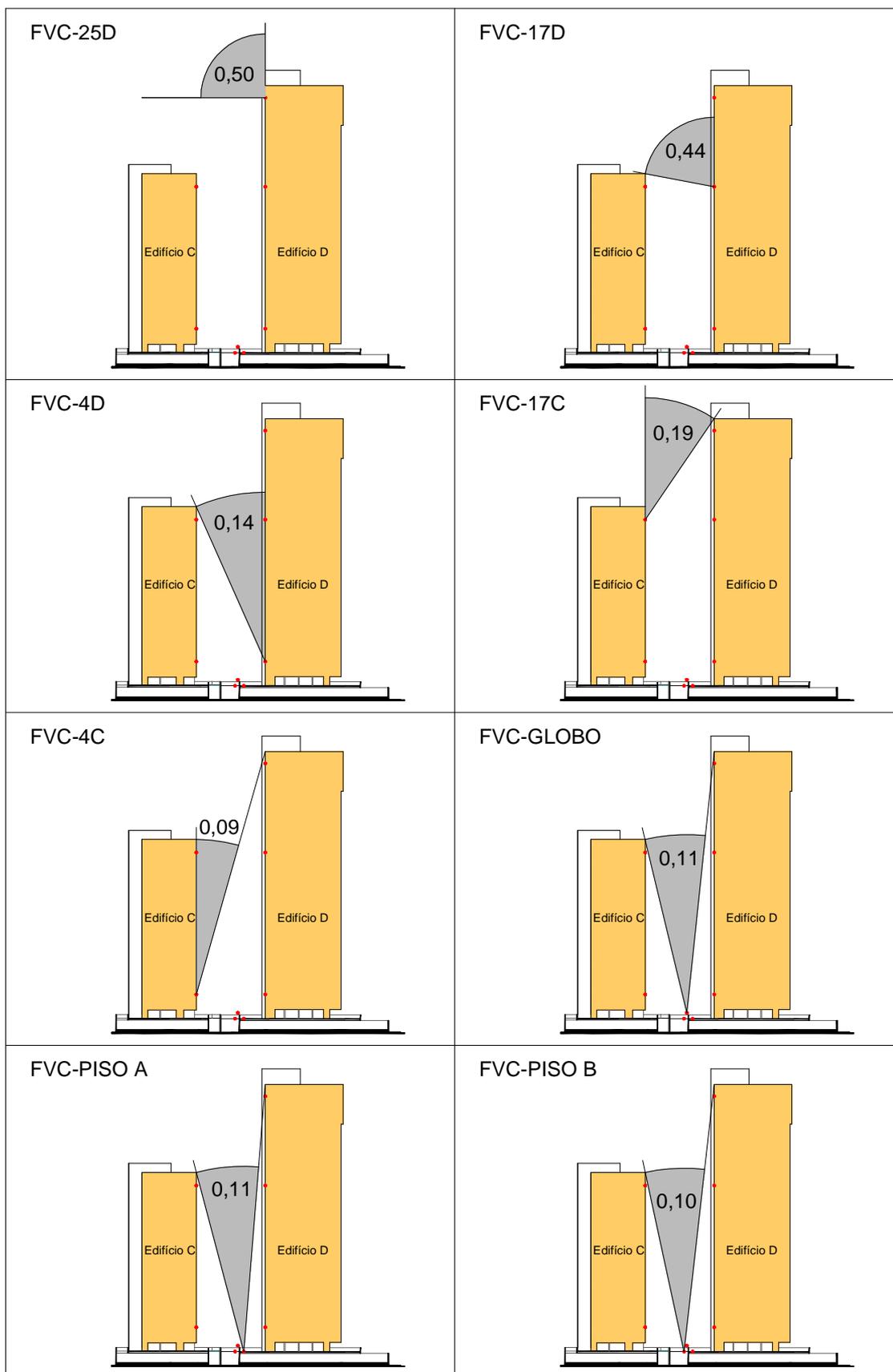


Figura 50: Fator de visão do céu (FVC) dos pontos de monitoramento das variáveis climáticas.

Fonte: Acervo do autor.

Às 13:00h. os pontos com os maiores Fatores de Visão do Céu, apresentaram correlação moderada com a temperatura média do ar e correlação fraca, mas significativa, com a temperatura média das superfícies.

No período da manhã às 06:00h., 11:00h. e 12:00h., através de uma correlação negativa, de moderada a fraca, observa-se que para os pontos com maiores Fatores de Visão do Céu estão associados uma menor temperatura média das superfícies e do ar, exceto às 12:00h. para a temperatura média do ar, onde a correlação foi inexistente.

É importante observar que as correlações são mais fortes no período da tarde, além de positivas (diretas). Já no período da manhã as correlações encontradas são negativas e de menor intensidade, mas existem. Isto ocorre porque os pontos com maior FVC (25D e 17D) estão sombreados no período da manhã (maior FVC, menor temperatura), enquanto que à tarde com a exposição à radiação solar direta dos pontos 25D e 17D a temperatura média do ar e das fachadas se eleva (maior FVC, maior temperatura).

Como a radiação solar é a principal responsável pelo aumento da temperatura do ar e das superfícies das fachadas e piso entre os edifícios, para locais de baixíssima velocidade do vento, o aumento das superfícies sombreadas, como as fachadas e o piso entre os edifícios, pode favorecer a diminuição da temperatura do ar. Para locais onde o vento tem potencial para dispersar as massas de ar quente entre os edifícios, e promover o resfriamento das fachadas, outras variáveis devem ser consideradas, pois a redução de FVC pode aumentar a rugosidade e reduzir a velocidade do vento entre os edifícios, e desse modo o balanço térmico pode não ser favorável.

Possivelmente a proximidade entre os edifícios C e D com seu baixo Fator de Visão do Céu ($FVC = 0,09$) influenciou a temperatura do ar entre eles, já que possibilitou uma múltipla reflexão da radiação solar entre as fachadas confrontantes, e dificultou a circulação do ar, comprometendo o resfriamento das fachadas e a remoção das massas de ar aquecido.

Capítulo 6

CONCLUSÕES

6.1 CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho. Inicialmente são apresentadas as conclusões referentes às temperaturas das superfícies das fachadas e seu comportamento em relação aos materiais das fachadas e ventos nelas incidentes. A seguir são apresentadas as conclusões referentes às temperaturas do ar entre os edifícios e do seu comportamento em relação aos ventos incidentes e umidade relativa do ar. Em etapa seguinte, são apresentadas as conclusões referentes ao comportamento das temperaturas das fachadas e do ar em função do Fator de Visão do Céu dos pontos estudados entre os edifícios. Finalmente são apresentadas as conclusões resultantes da comparação do comportamento do vento, da temperatura e da umidade relativa do ar, registrados na Estação Meteorológica do Aeroporto (referência), com os dados obtidos das medições feitas entre os dois edifícios estudados.

Juntamente com o fechamento das conclusões do trabalho, através da Figura 51, p.175 é apresentada uma síntese do comportamento térmico médio entre os edifícios estudados, e os de referência, nos horários de monitoramento de todas as variáveis.

Quanto ao comportamento da temperatura dos diversos pontos das superfícies das fachadas estudadas constatou-se que:

- As superfícies das fachadas apresentaram uma grande diversidade de temperaturas, para pontos muito próximos da mesma superfície, sendo as porções mais altas das fachadas dos edifícios aquelas que apresentaram as maiores temperaturas médias superficiais. O maior tempo de exposição à radiação solar direta foi o principal responsável pelas mais altas temperaturas

superficiais nessas porções. A temperatura da porção superior da fachada do Edifício D teve sua temperatura ainda mais elevada devido à formação de um possível vórtice a sotavento do Edifício D que estaria transportando o calor sobre as cobertas dos edifícios para essa região;

- As temperaturas das fachadas dos edifícios estiveram prioritariamente dependentes da radiação solar direta, nos momentos em que estiveram ensolaradas, ou da radiação solar refletida pela fachada do edifício confrontante, quando se encontravam em períodos de sombra;
- As temperaturas das fachadas nos pontos mais baixas destas, por estarem expostos a um maior tempo de radiação solar direta que os pontos superiores das fachadas, estiveram fortemente associadas à reflexão da radiação solar pelo piso entre os edifícios, além da radiação de onda-longa emitida pela superfície aquecida desse mesmo piso;
- As temperaturas superficiais das fachadas dos dois edifícios se correlacionaram entre si, em maior ou menor intensidade, sempre uma influenciando a temperatura da outra;

O que permite concluir que:

- A utilização de materiais de revestimento de fachadas com alto fator de refletância para radiação de onda-curta e alto fator de emissividade para radiação de onda-longa, nas fachadas entre edifícios com baixo FVC, se por um lado pode favorecer a diminuição da carga térmica absorvida pela fachada do edifício exposta à radiação solar direta, por outro lado, pode transferir para a fachada confrontante do edifício próximo, grande parte da carga térmica por ele refletida e emitida;

- As constatações indicam que o pequeno afastamento entre os edifícios (baixo FVC), permitido pela lei de uso e ocupação do solo vigente na cidade do Recife, se mostrou inadequado, pois favorece a transferência de calor de um edifício para outro, além de dificultar a dissipação do calor para a atmosfera;
- A utilização de materiais de revestimento do piso entre edifícios com baixa absorvância, ou mesmo sombreados por árvores, pode favorecer a melhoria das condições térmicas das fachadas confrontantes dos edifícios, principalmente na sua região mais baixa.

Quanto ao comportamento das temperaturas das fachadas em função da constituição das envoltórias dos edifícios e de seu revestimento chegou-se às seguintes constatações:

- Os trechos das fachadas compostos pelas vigas e pilares em concreto armado da estrutura do Edifício D, embutidos sob os revestimentos das fachadas apresentaram temperatura média superficial menor que a dos trechos em alvenaria de tijolo cerâmico, apesar do mesmo material de revestimento;
- Os trechos de fachada do Edifício D, com revestimento cerâmico na cor azul petróleo (escuro), apresentaram temperatura média superficial mais elevada que a dos trechos em revestimento acrílico na cor bege (claro). O mesmo ocorreu no Edifício C, onde o revestimento cerâmico azul (escuro) apresentou temperatura média superior à da superfície do revestimento cerâmico na cor branca (clara).

As constatações acima permitem concluir que:

- A capacidade de aquecimento das fachadas não depende apenas das propriedades térmicas dos revestimentos das fachadas, mas também da

constituição da parede. Os trechos de fachada com paredes constituídas por estrutura em concreto armado, para o curto intervalo de tempo investigado, se mostraram ser mais favoráveis à menor absorção térmica que os trechos constituídos por paredes em alvenaria de tijolo cerâmico, com mesmo material de revestimento. A cor escura do revestimento das fachadas, com maior absorvância para radiação de onda-curta que a cor clara, se mostrou ser o fator que exerce maior influência no ganho de calor das fachadas dos edifícios que recebem radiação solar direta.

Quanto ao comportamento das temperaturas das fachadas em função do vento incidente sobre as mesmas constatou-se que:

- O resfriamento das fachadas dos edifícios pelo vento se apresentou limitado, porém significativo, pela baixa velocidade do vento no local.

O que permite concluir que:

- As limitações impostas pela morfologia urbana do entorno dos edifícios e a proximidade entre os edifícios estudados podem estar dificultando o escoamento do vento, com grave repercussão no aproveitamento de todo seu potencial para o resfriamento das fachadas dos edifícios.

Quanto ao comportamento da temperatura do ar nos pontos monitorados entre os edifícios foi constatado que:

- A temperatura média do ar nos diversos pontos do espaço compreendido entre os edifícios manteve diferenças pequenas, mas constantes no período noturno. Porém, com a incidência da radiação solar, as temperaturas do ar nesses pontos tiveram comportamentos distintos, e diferenças de temperatura do ar de até 6,7° C foram observadas no mesmo dia e horário;

- O aumento da temperatura média do ar, próximo aos pontos das fachadas, está diretamente associado à incidência da radiação solar direta naquele ponto, sendo neste caso, o aumento da temperatura da fachada a variável mais importante na determinação do aumento da temperatura média do ar no ponto;
- Devido à proximidade entre os edifícios, a radiação solar refletida e a emitida pela fachada aquecida de um dos edifícios, pode aquecer a fachada confrontante do outro edifício, e conseqüentemente elevar a temperatura média do ar nos pontos próximos à fachada desse edifício;
- Com o aumento da altura solar, a radiação solar refletida (onda-curta) e a emitida (onda-longa), tanto pelo piso como pelas fachadas, passam a ser as variáveis mais importantes na determinação da temperatura do ar nos pontos próximos à região mais baixa das fachadas, quando estes pontos não estão recebendo radiação solar direta. A temperatura do ar é máxima nesses pontos, quando todos esses fatores estão atuando em conjunto;
- Nos horários onde se encontram as mais altas temperaturas médias do ar (das 11:00h. às 16:00h.), as temperaturas médias do ar próximo ao Edifício D foram sempre superiores às registradas próximo ao Edifício C. As maiores temperaturas médias do ar próximo ao Edifício D corresponderam aos pavimentos mais elevados, diferente do que ocorreu próximo ao Edifício C, onde a temperatura média do ar praticamente não variou com a altura;
- O aumento da temperatura média do ar nos pontos 25D e 17D, no período da tarde, está relacionado à sua contínua exposição à radiação solar direta. Muito embora os dois pontos tenham permanecido expostos à radiação solar direta durante o mesmo tempo, a temperatura média do ar no ponto 25D

esteve sempre superior à do ponto 17D durante as 24 horas do dia, devido possivelmente a um vórtice a sotavento do Edifício D, que teria transportado o calor gerado acima das cobertas dos edifícios D e C para o ponto 25D, aumentando a temperatura do ar nesse ponto onde a velocidade do vento é quase nula. A presença da sombra projetada pelo Edifício C, abaixo do ponto 17D, favoreceu o resfriamento do ar nesse ponto através da convecção.

A partir dessas constatações pôde-se concluir que:

- A temperatura do ar no espaço compreendido entre os edifícios é basicamente definida pela temperatura das superfícies das fachadas confrontantes e piso entre eles. Desse modo, as conclusões em relação à temperatura das fachadas são conseqüentemente válidas para a temperatura do ar entre os edifícios;
- Um maior afastamento entre os edifícios, se por um lado pode favorecer um maior tempo de exposição das fachadas dos edifícios à radiação solar direta, por outro lado pode reduzir a influência da radiação solar refletida e emitida pelo edifício confrontante, além de aumentar a porosidade entre os edifícios, facilitando assim o melhor escoamento do ar entre os edifícios e a dissipação para a atmosfera do calor retido pelas fachadas. A utilização de recursos que possibilitem o maior sombreamento das fachadas dos edifícios pode compensar a maior exposição ao sol para os edifícios com maior FVC.

Quanto ao comportamento da temperatura do ar em função do vento incidente, constatou-se que:

- Apesar da baixa velocidade do vento, este exerceu papel importante, embora limitado, na remoção das massas de ar quente próximas à fachada do Edifício C favorecendo a diminuição da temperatura média do ar nesses pontos,

enquanto que nos pontos próximos à fachada do edifício D, a velocidade do vento próxima de zero, impossibilitou qualquer ação para redução da temperatura do ar.

Dessa forma é possível concluir que:

- A baixa velocidade do vento causada pela morfologia urbana a montante dos edifícios estudados, e o pequeno afastamento entre estes, todos de acordo com as leis de uso e ocupação do solo em vigor e anteriores, estão reduzindo o potencial de resfriamento das fachadas e capacidade de remoção das camadas de ar quente, favorecendo a formação de ilhas de calor urbano na área estudada. É necessária a adequação da legislação vigente de forma a favorecer o escoamento pleno do vento dentro do tecido urbano.

Quanto ao comportamento da temperatura média do ar em relação à umidade relativa média do ar constatou-se que:

- O aumento da temperatura média do ar esteve sempre associado à diminuição da umidade relativa média do ar.

O que permite concluir que:

- O aumento da temperatura média do ar, decorrente das condições atuais dos edifícios estudados, vem provocando a redução da umidade relativa média do ar.

Quanto ao comportamento da temperatura das superfícies das fachadas e do ar compreendido entre os edifícios, em função do FVC do ponto relacionado constatou-se que:

- De modo geral, no período da tarde, os pontos com maior FVC entre os edifícios tiveram maior correlação com as mais altas temperaturas das superfícies e do ar, enquanto que no período da manhã, estes pontos de

maior FVC estão associados a uma menor temperatura média das superfícies e do ar. Diferente do observado acima, às 12:00h. o FVC não apresentou correlação com a temperatura do ar.

Assim é possível concluir que:

- De modo geral, o FVC exerce influência na temperatura das superfícies e do ar entre os edifícios, e esta influência é dependente da altura solar.

Quanto ao comportamento do vento registrado na Estação Meteorológica do Aeroporto (referência) em relação ao monitorado entre os edifícios constatou-se que:

- A velocidade média do vento registrada na estação de referência foi quase três vezes superior à registrada em média nos pontos mais favoráveis à ventilação entre os edifícios;
- A direção do vento observada entre os edifícios foi diferente daquela registrada na estação de referência.

Pode-se concluir que:

- A atual disposição dos edifícios na malha urbana do entorno dos edifícios estudados e a proximidade entre esses, de acordo com as leis de uso e ocupação do solo até então adotadas comprometem a ventilação urbana, com sérios prejuízos ao conforto térmico;
- Devido às interferências da morfologia urbana na direção do escoamento dos ventos dominantes, a utilização dos dados de direção dos ventos da estação de referência, sem observação dos condicionantes locais, pode conduzir a projetos de edificações com orientações equivocadas, comprometendo o pleno aproveitamento do vento para conforto térmico.

Quanto ao comportamento da temperatura do ar registrado na Estação Meteorológica do Aeroporto (referência) em relação à temperatura do ar monitorada entre os edifícios constatou-se que:

- As temperaturas médias do ar mantiveram-se sempre superiores, e com maior amplitude térmica, entre os edifícios estudados, em comparação com as registradas na estação de referência;
- A temperatura média do ar entre os edifícios estudados se manteve, no mínimo em torno de 2,0° C acima da temperatura média do ar de referência no período noturno, e até 5,7° C acima desta no período diurno.

Conclui-se assim que:

- A atual disposição dos edifícios estudados está conduzindo à formação de ilhas de calor urbano, tanto no período diurno quanto no noturno, sendo esta mais acentuada no primeiro caso.

Quanto ao comportamento da umidade relativa do ar registrado na Estação Meteorológica do Aeroporto (referência) em relação à umidade relativa do ar monitorada entre os edifícios constatou-se que:

- O valor máximo de umidade relativa média do ar entre os edifícios estudados ocorreu às 06:00h., diferente do que foi observado na estação de referência, onde o valor máximo registrado ocorreu às 04:00h.

O que permite concluir que:

- O acúmulo de calor entre os edifícios, que não consegue ser dissipado para a atmosfera durante o período noturno foi o principal responsável pela diferença de horário.

De modo geral, conclui-se que a radiação solar direta foi a principal responsável pelo aumento da temperatura média do ar e das fachadas dos edifícios,

e que o comportamento térmico de um edifício é fortemente influenciado por outro edifício confrontante, gerando a formação de ilha de calor no espaço parcialmente confinado entre eles.

Conclui-se finalmente que, o modelo de planejamento urbano atualmente adotado na parcela do bairro de Boa Viagem onde estão inseridos os dois edifícios estudados, com a utilização do solo através de edificações verticalizadas, dispostas umas próximas das outras, pelo visto, não é a solução bioclimática mais adequada. A proximidade entre os edifícios, prevista na lei de uso e ocupação do solo da cidade do Recife vigente, favorece a formação de ilhas de calor, com reflexo direto no aumento da temperatura média do ar do bairro e provavelmente da cidade do Recife.

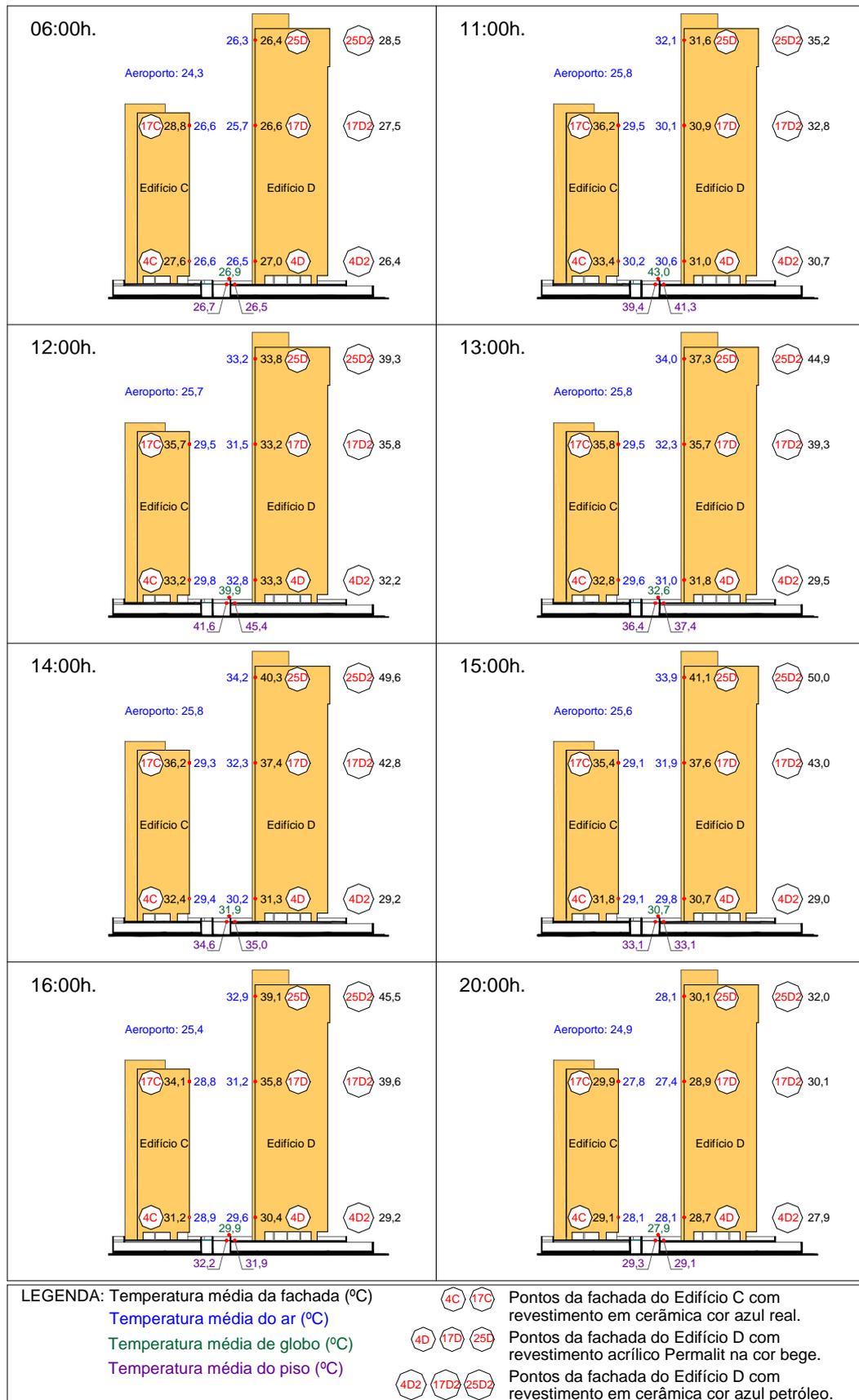


Figura 51: Síntese do comportamento térmico médio entre os edifícios estudados e da estação de referência.

Fonte: A partir de medições de campo pelo autor e dados da subdivisão de meteorologia do CINDACTA III de 12 abril à 09 de maio de 2005, e de 18 abril à 09 maio 2005 para os pontos 4D2, 17D2 e 25D2.

Capítulo 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Algumas limitações dificultaram a obtenção de dados que poderiam tornar os resultados da pesquisa mais conclusivos.

O primeiro conjunto de limitações refere-se aos equipamentos disponíveis:

- A falta de um piranômetro não permitiu a medição da radiação solar;
- A disponibilidade de apenas um único termômetro infravermelho, não permitiu que as medições da temperatura superficiais fossem realizadas num tempo menor que 15 minutos;
- A não possibilidade de utilização da câmara térmica durante outros horários e dias limitou o registro das imagens infravermelhas a apenas uma situação específica de tempo;
- A falta de outras estações meteorológicas não permitiu que fossem registradas as condições do tempo acima da cobertura do Edifício D, em região de vento sem distúrbio, e em ponto intermediário entre os edifícios.

O segundo conjunto de limitações refere-se ao posicionamento dos equipamentos:

- O posicionamento das estações meteorológicas nas fachadas dos dois edifícios ficou limitado pela dificuldade de instalação das mesmas, já que os revestimentos das fachadas não puderam ser perfurados e havia a necessidade de acesso aos pontos de instalação e às estações base, para a leitura dos dados armazenados;

- A segurança do equipamento, além da falta de autorização do proprietário do apartamento do 3º pavimento do Edifício C, não viabilizaram a instalação das estações meteorológicas nesse pavimento;

7.2 SUGESTÕES DE PESQUISA

A partir do conjunto de informações obtidas nessa pesquisa, outros estudos precisam ser realizados com o objetivo de complementar os dados coletados. Dessa forma, sugere-se que sejam realizadas outras pesquisas tais como:

- Análise quantitativa da radiação solar refletida por uma fachada de um edifício para a fachada confrontante de outro edifício;
- Análise comparativa da interação térmica entre os edifícios confrontantes com diferentes FVC;
- Análise quantitativa de radiação de onda-longa emitida por uma fachada de um edifício para a fachada confrontante de outro edifício.
- Análise comparativa do impacto térmico entre edifícios revestidos com materiais de propriedades térmicas distintas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, K. S. Comfort in urban spaces: defining the boundaries of outdoor thermal comfort for the tropical urban environments. **Energy and Buildings**, v. 35, n. 1, p. 103-110, jan. 2003.

ARNFIELD, A. J. The urban fabric and nocturnal cooling: a simulation approach. **Physical Geography**, v. 11, n. 3, p. 220-239. 1990.

_____. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. **International Journal of Climatology**, v. 23, n. 3, p. 1-26. 2003.

ASSIS, E. S. **Impactos da forma urbana na mudança climática: método para a previsão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano**. 2000. 273 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

_____. Métodos preditivos da climatologia como subsídio ao planejamento urbano: aplicação em conforto térmico. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p. 145-158, jan./jul. 2003.

_____. **A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória**. In: ENCONTRO NACIONAL, 8., e ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., Maceió, 2005. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2005. p. 92-101.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de norma 02:135.07-001**: desempenho térmico de edificações – parte 1: definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2003a. 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de norma 02:135.07-003**: desempenho térmico de edificações – parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2003b. 28p.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 332 p.

BARBUGLI, R. A. **Influência do ambiente construído na distribuição das temperaturas do ar em Araraquara/SP**. 2004. 170 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

BERTACCHI, M. L.; FARIA, J. R. G. **Ilhas de calor na cidade de Bauru (SP): as diferenças de temperatura e a configuração do solo local**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRuíDO, 7., e CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES, 3., Curitiba, 2003. **Anais...** Curitiba: ANTAC, 2003. p. 646-652.

BITTENCOURT, L. S.; CRUZ, J. M.; LÔBO, D. G. F. **O efeito da verticalização das edificações na ventilação natural do tecido urbano: o caso da orla marítima de Maceió**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRuíDO, 8, Salvador, 2000. **Anais...** Salvador: ENTAC, 2000. p. 1-7.

BITTENCOURT, L.; CÂNDIDO, C. **Introdução à ventilação natural**. Maceió: EDUFAL, 2005. 147 p.

BRITO, F.; HORTA, C. J. G.; AMARAL, E. F. de L. **A urbanização recente no Brasil e as aglomerações metropolitanas**. 2001. 12p. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/iussp2001/cd/GT_Migr_Brito_Horta_Amaral_Text.pdf>. Acesso em: 09 abr. 06.

BRUSE, M. **Assessing urban microclimate using multi-agent simulations: a new approach to answer an old problem?** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 5. 2003, Łódz, Poland. **Proceedings...** Łódz: University of Łódz, 2003. 4f.

CANTAT, O. **Contribution a l'étude des variations du bilan d'énergie em region parisienne**. 1989. 362 f. Ph.D. Thesis – University of Paris, Sorbonne, Paris, 1989.

CARAM, R. M. **Caracterização ótica de materiais transparentes e sua relação com o conforto ambiental em edificações**. 1998. 165f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

CHANDLER, T. J. **Urban climatology and its relevance to urban design**. Technical note n. 149. World Meteorological Organization n° 438, Geneva, Switzerland, 1976.

CARVALHO, H. J. M. de. **Metodologia para análise das interações entre a forma urbana e o clima**: aplicação a uma cidade brasileira de clima litorâneo com baixa latitude. 2006. 221 f. Tese (Doutorado em Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CARVALHO, H. J. M.; CORBELLA, O. D.; SILVA, F. de A. G da. **Correlações entre atributos da morfologia urbana e variáveis climáticas em uma fração urbana da cidade de João Pessoa – PB**. In: ENCONTRO NACIONAL, 8., e ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., Maceió, 2005. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2005. p. 360-369.

CASTELO BRANCO, A. E.; ARAÚJO, V. M. D. **O desenho urbano e sua relação com o microclima: um estudo comparativo entre duas áreas centrais em Teresina – Piauí**. In: ENCONTRO NACIONAL, 6., e ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., São Pedro, 2001. **Anais...** São Pedro: ANTAC, 2001. p. 1-8.

CASTRO, A. P. de A. S.; LABAKI, L. C.; CARAM, R. M.; BASSO, A.; FERNANDES, M. R. Medidas de refletância de cores de tintas através de análise espectral. **Revista Ambiente Construído – ANTAC**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 69-76, abr./jun. 2003.

CAVALCANTE, E.; VELOSO, M. **A influência das áreas livres no microclima local: Um estudo das praças do conjunto habitacional Ponta Negra em Natal/RN**. In: ENCONTRO NACIONAL, 6., e ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., São Pedro, 2001. **Anais...** São Pedro: ANTAC, 2001. p. 1-8.

CLARK, G. **Passive cooling systems**. In: COOK, J. (Ed.) **Passive cooling**. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology - MIT, 1989. (Solar heat technologies series, v.8)

DOULOS, L.; SANTAMOURIS, M.; LIVADA, I. The role of materials. **Solar Energy**, v. 77, n. 2, p. 231-249, mai. 2004.

DUARTE, D. H. S. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental**. 2000. 278 f. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

_____ A inclusão de questões relacionadas aos microclimas urbanos nas regulamentações municipais no Brasil. **Sinopses**, São Paulo, v. 36, p. 24-34, out. 2001. Especial Tecnologia.

DUARTE, D. H. S.; SERRA, G. G. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e proposta de um indicador. **Revista Ambiente Construído – ANTAC**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 7-20, abr./jun. 2003.

EMMANUEL, R. Thermal comfort implications of urbanization in a warm-humid city: the Colombo Metropolitan Region (CMR), Sri Lanka. **Building and Environment**, v. 40, n. 12, p. 1591-1601, dez. 2005.

EVANS, J. M.; DE SCHILLER, S. Application of microclimate studies in town planning: a new capital city, an existing urban district and urban river front development. **Atmospheric Environment**, v. 30, n. 3, p. 361-364, fev. 1996.

FARIA, J. R. G de.; MENDES, J. F. G. Sobre o uso e ocupação do solo urbano e a temperatura do ar. **Revista Ambiente Construído – ANTAC**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 7-17, jul./set. 2004.

FLIR SYSTEMS. Disponível em:

<<http://www.flirthermography.com/cameras/camera/1062/>>. Acesso em: 17 mai. 2005.

GHRIB, M. **Demographic trends and global development**: challenges for our generation. Organização das Nações Unidas. United Nations Development Programme – Programme Specialist, 2005, 11p.

GIRIDHARAN, R.; GANESAN, S; LAU, S. S. Y. Daytime urban heat island in high-rise and high-density residential developments of Hong Kong. **Energy and Buildings**, v. 36, n. 6, p. 525-534, jun. 2004.

GIRIDHARAN, R.; LAU, S. S. Y.; GANESAN, S. Nocturnal heat island effect in urban residential developments of Hong Kong. **Energy and Buildings**, v. 37, n. 9, p. 964-971, set. 2005.

GIVONI. B. **Man, climate and architecture**. 2 ed. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1981. 482 p.

_____. **Urban design in different climates**. WMO/TD n. 10. World Meteorological Organization, n. 349, Geneva, Switzerland, 1989. (WCAP-10).

_____. **Climate considerations in building and urban design.** New York: John Wiley & Sons, INC, 1998. 464 p.

GOLANY, G. S. Urban design morphology and thermal performance. **Atmospheric Environment**, v. 30, n. 3, p. 455-465, fev. 1996.

GOULART, S.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras.** 2. ed. Núcleo de Pesquisa em Construção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 1998. 345p.

GRAEML, K. S.; GRAEML, A. R. **Urbanization solutions of a third world country's metropolis to its social/environmental challenges.** *In:* WORLD CONFERENCE ON POM, 2. e ANNUAL POM CONFERENCE, 15. 2004, Cancun, Mexico. **Proceedings...** Cancun: Production and Operations Management Society, 2004. p. 1-9.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico 1991.** Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação. Recife, 1991.

_____. **Censo demográfico 1991.** Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação. Recife, 2000.

_____. **Tendências demográficas:** uma análise dos resultados da sinopse preliminar do censo demográfico 2000. IBGE, Departamento de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro, 2001. 63p.

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR URBAN CLIMATE - IAUC. **The urban canopy layer heat island.** IAUC Teaching Resources. ca.2004, 5p.

JAUREGUI, E. Influence of a large urban park on temperature and convective precipitation in a tropical city. **Energy and Buildings**, v. 15-16, n. 3-4, p.457-463. 1990-1991.

_____. **Tropical urban climatology at the turn of the millennium: an overview.** *In:* INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY e INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15. 1999, Sidney, Austrália. **Proceedings...** Sidney: World Meteorological Organization, 1999. p. 537-540.

JOHANSSON, E. Influence of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot dry climate: A study in Fez, Marocco. **Building and Environment**, v. 41, n. 10, p. 1326-1338, out. 2006.

KATZCHNER, L. **Urban climate studies as tools for urban planning and architecture**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., Salvador, 1997. **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997. p. 49-58.

KOENIGSBERGER, O. H.; INGERSOLL, T. G.; MAYHEW, A.; SZOKOLAY, S. V. **Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales**. Madrid: Paraninfo S.A, 1977, 328 p. Título Original – Manual of Tropical Housing and Building.

KRÜGER, E.; ROSSI, F. A. **Influência das condições sinóticas em monitoramentos térmicos urbanos**. In: ENCONTRO NACIONAL, 8., e ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., Maceió, 2005. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2005. p. 967-976.

LA CROSSE TECHNOLOGY. Disponível em: <<http://www.lacrosse-psmall.com/lacrosse-technology-ws2310.html>> Acesso em: 20 abr. 2005.

LANDSBERG, H. E. **The urban climate**. New York: Academic Press, 1981. 275 p. (International Geophysics Series, 28).

LEVIN, J. **Estatística aplicada a ciências humanas**. São Paulo: Harbra, 1977. 310 p.

LÔBO, D. G. F.; BITTENCOURT, L. S. A influência dos captadores de vento na ventilação natural de habitações populares localizadas em climas quentes e úmidos. **Revista Ambiente Construído – ANTAC**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 56-67, abr./jun. 2003.

LOIS, E.; LABAKI, L. C. **Conforto térmico em espaços externos: uma revisão**. In: ENCONTRO NACIONAL, 6., e ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., São Pedro, 2001. **Anais...** São Pedro: ANTAC, 2001. p. 1-8.

LOMBARDO, M. A. **A ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

_____. **O clima e a cidade.** *In:* ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., Salvador, 1997. **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997. p. 59-62.

LOW ENERGY ARCHITECTURE RESEARCH UNIT – LEARN. **Energy in the urban environment:** specialists modules. Information paper. London Metropolitan University, 2005, 73p.

MARSH, A. J. **Square one research.** Disponível em: <<http://www.squ1.com/index.php?http://www.squ1.com/solar/solar-position.html>>. Acesso em: 29 abr. 2005.

MASCARÓ, L. R. de. **Energia na edificação:** estratégia para minimizar seu consumo. 2. ed. São Paulo: Projeto, 1991. 213 p.

MEDINA, L. L. **A legislação do uso e ocupação do solo do Recife como instrumento de desenho urbano.** 1996. 153 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano e Regional) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1996.

MENEZES, L. C. **Desenvolvimento urbano e meio ambiente: a experiência de Curitiba.** Campinas: Papyrus, 1996. 198 p.

MINIPA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. Disponível em: <http://minipa.com.br/prod_esp.asp?id=207&cod_produto=MT-350>. Acesso em: 20 abr. 2005.

OITICICA, M. L. G. da R.; BARBIRATO, G. M.; SILVA, C. A. de C.; MACHADO, I. B. L. **Refletância de cores em superfícies construtivas.** *In:* ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., Salvador, 2000. **Anais...** Salvador, 2000. p.1-6

OKE, T. R. The distinction between canopy and boundary-layer urban heat islands. **Atmosphere**, v. 14, n. 4, p. 268-277, 1976.

_____. Canyon geometry and the urban heat island: comparison of scale model and field observations. **Journal of Climatology**, v. 1, n.2, p. 237-254. 1981.

_____. **Boundary layer climates.** London: Methuen & Co., 1978. 147 p.

OLGYAY, V. **Arquitectura y clima**: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A, 1998. 203 p. Título Original – Design With Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World urbanization prospects: the 2001 revision**. Population Division, Department of Economic and Social Affairs, United Nation Secretariat. 2002. 182p.

PAPADAKIS, G.; TSAMIS, P.; KYRITSIS, S. An experimental investigation of the effect of shading with plants for solar control of buildings. **Energy and Buildings**, v. 33, n. 8, p. 831-836, out. 2001.

PEREGRINO, P. S. A. **Interrelações existentes entre os escoamentos de ventos e os padrões de ocupação do solo nos bairros do Cabo Branco e Tambaú/João Pessoa - PB**. 2005. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

PIDWIRNY, M. **Fundamentals of physical geography**. Online textbook. Unit of biology and physical geography. Irving K. Barber School of Arts and Sciences. University of British Columbia Okanagan, British Columbia, Canadá. Disponível em: <<http://www.physicalgeography.net.fundamentals/contents.html>>. Acesso em: 06 dez. 2005.

PRADO, R. T. A.; FERREIRA, F. L. Measurement of albedo and analysis of its influence the surface temperature of building roof materials. **Energy and Buildings**, v. 37, n. 4, p. 295-300, abr. 2005.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. 2. ed. Porto Alegre: D. C. Luzzatto Editores, 1986. 239 p.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: Projeto, 1988. 123p.

ROMERO, M.; DUARTE, J.; OLIVEIRA, M.; OLIVEIRA, L. **Análise ambiental como instrumento para intervenções em espaços urbanos**. In: ENCONTRO NACIONAL, 6., e ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., São Pedro, 2001. **Anais...** São Pedro: ANTAC, 2001. p. 1-8.

RORIZ, M.; BARBUGLI, R. A. **Mapeamento e análise de microclimas urbanos.** *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., e CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES, 3., Curitiba, 2003. **Anais...** Curitiba: ANTAC, 2003. p. 592-599.

RORIZ, M.; DORNELLES, K. **Identificação da absortância solar de superfícies opacas a partir de imagens digitalizadas.** *In*: ENCONTRO NACIONAL, 8., e ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., Maceió, 2005. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2005. p. 1649-1657.

ROTH, M. **Urban climates and global environmental change.** Department of Geography, National University of Singapore, Singapore. 2005. 21p.

SÁNCHEZ, F. Estudios numéricos de la capa limite urbana orientados a mejorar el microclima alrededor de edificios. 1998. Proyecto fin de carrera – ETSIL, Universidad de Sevilla, Sevilla, España, 1998.

SÁNCHEZ, F.; ALVAREZ, S. Modelling microclimate in urban environments and assessing its influence on the performance of surrounding buildings. **Energy and Buildings**, v. 36, n. 5, p. 403-413, mai. 2004.

SANTAMOURIS, M. (Editor) **Energy and climate in the urban built environment.** London: James & James Science Publishers, 2001. 412 p. (Chapters 1, 3-7, 10, 11).

SANTAMOURIS, M.; ASSIMAKOPOULOS, D. N. **Passive cooling of buildings.** London: James & James Science Publishers, 1997. 484 p.

SANTAMOURIS, M.; KLITSIKAS, N.; NIAHOU, K. **Ventilation of street canyons and its impact on passive cooling design.** Information paper. University of Athens, Physics Department, Sector of Applied Physics, Group Building Environments Studies. 2004, 8p.

SANTAMOURIS, M. N.; PAPANIKOLAOU, N.; GEORGAKIS, C. **Study on the ambient and surface temperature in Omonoia Square, Athens, Greece.** Internal Report, Group Building Environmental Studies, Physics Department, University of Athens, Athens, Greece, 1998.

SANTAMOURIS, M. N.; PAPANIKOLAOU, N.; KORONAKIS, I. **Urban canyon experiments in Athens – Part A. Temperature distribution.** Internal Report to the

POLIS Research Project, European Commission, Directorate General for Science, Research and Technology, 1997.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, URBANISMO E MEIO AMBIENTE DO RECIFE - SEPLAM. **Síntese do diagnóstico espacial do Recife e sua gestão.** Recife, 2005. Disponível em: <<http://recife.pe.gov.br/planodiretor/>>. Acesso em: 23 abr. 2005.

SILVA, F. de A. G. da. **O vento como ferramenta no desenho do ambiente construído:** uma aplicação ao nordeste do Brasil. 1999. 227 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

SILVA, T. de J. P. da. **Um trem para as estrelas: evolução do elevador e seu papel no processo de verticalização da cidade do Recife – 1914/1997.** 2002. 750 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2002.

SIMPSON, J. R.; McPHERSON, E. G. The effect of roof albedo modification on cooling loads of scale model residences in Tucson. Arizona. **Energy and Buildings**, v. 25, n. 2, p. 127-137, 1997.

SOUZA, L. C. L.; RODRIGUES, D. S.; MENDES, J. F. G. **Sky View Factors estimation using a 3D-GIS extension.** INTERNATIONAL IBPSA CONFERENCE, 8. 2003, Eindhoven, Holanda. **Proceedings...** Eindhoven: International Building Performance Simulation Association, 2003. p. 1227-1234.

TERCEIRO CENTRO INTEGRADO DE DEFESA AÉREA E CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO – CINDACTA III. Subdivisão de Meteorologia. **Dados climatológicos do Aeroporto Internacional dos Guararapes:** Recife – PE de 11/04/05 a 11/05/05. Recife, 2005. 22p.

VILLAS BOAS, M. **Ventilação em Arquitetura.** Brasília: Universidade de Brasília, Instituto de Arquitetura e Urbanismo, 1983. 66 p. mimeo.

WONG, N. H.; LEE, S. E.; LI, S.; ANANDA, R.; TAN, K. K.. **Thermal performance of façade materials and design and the impacts on indoor and outdoor environment.** Department of Building, National Environment Agency, Singapore. 2004, 154p.

WONG, N. H.; YU, C. Study of green areas and urban heat island in a tropical city. **Habitat International**, v. 29, n. 3, p. 547-558, mai. 2005.

_____ **Study of urban heat island in Singapore.** *In*: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 20. 2003, Santiago, Chile. **Proceedings...** Santiago: Passive and Low Energy Architecture, 2003. p. 1-6.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO. **Climate and urban development.** Technical note n. 844, Geneva, Switzerland, 1996.

Apêndice A

TABELAS DE DADOS DAS VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS

Tabela 07: Velocidade do vento no ponto 4C (m/s) - 12/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 00:00 | 01:00 | 02:00 | 03:00 | 04:00 | 05:00 | 06:00 | 07:00 | 08:00 | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | Média diária |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| 12/4 | 1,3 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,7 | 2,5 | 1,1 | 0 | 2,1 | 2,5 | 4,3 | 2 | 2 | 2,6 | 2,6 | 0,3 | 1,1 |
| 13/4 | 2,5 | 1,3 | 0,6 | 0,6 | 2,2 | 0 | 1,9 | 2,5 | 1,8 | 0,8 | 2,5 | 0,3 | 0 | 2,4 | 0 | 1,5 | 2,3 | 2,8 | 0,8 | 0 | 2,3 | 2,4 | 3,1 | 1,9 | 1,5 |
| 14/4 | 3,4 | 1,8 | 0 | 2,8 | 1 | 0,8 | 2,4 | 0,6 | 0,5 | 2,7 | 0,8 | 3,2 | 1 | 3,3 | 2,5 | 0 | 3,9 | 1,4 | 0,3 | 2,2 | 0,5 | 0,9 | 0 | 4 | 1,7 |
| 15/4 | 4,7 | 0 | 1,6 | 1,4 | 0,5 | 0,3 | 0,6 | 1,8 | 3,1 | 1,2 | 0,1 | 3,5 | 1,3 | 2,5 | 0 | 3,2 | 4,2 | 1,8 | 2 | 1,1 | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 1,5 |
| 16/4 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 1,6 | 0 | 0,6 | 0,8 | 1,5 | 0,7 | 0 | 1,1 | 1,7 | 0 | 1,6 | 1,8 | 0 | 0,4 | 0,9 | 0 | 2,8 | 0 | 0 | 0,7 |
| 17/4 | 2,1 | 0,7 | 0 | 1,5 | 0,6 | 2,9 | 2,4 | 0 | 2,6 | 4,2 | 2,4 | 3 | 2,1 | 3,6 | 4,5 | 1,8 | 2,8 | 2,8 | 0 | 2,6 | 0,4 | 1,2 | 2,9 | 0 | 2,0 |
| 18/4 | 0,4 | 3,3 | 0,6 | 0,8 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 2,3 | 2,6 | 1,9 | 0,0 | 2,9 | 2,3 | 0,4 | 3,0 | 1,9 | 3,7 | 3,8 | 2,4 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 1,4 |
| 19/4 | 1,1 | 0,7 | 1,8 | 0,0 | 0,9 | 0,7 | 1,9 | 3,1 | 2,7 | 0,0 | 0,7 | 2,0 | 2,8 | 0,0 | 1,7 | 1,0 | 1,8 | 1,8 | 0,0 | 3,0 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,6 | 1,4 |
| 20/4 | 0 | 0 | 1,8 | 0 | 1,3 | 1,2 | 2,2 | 3,2 | 1 | 4 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 3,4 | 2,4 | 0,3 | 3,1 | 2,7 | 1,2 | 0,7 | 3,3 | 0,6 | 1,8 | 3,1 | 1,8 |
| 21/4 | 3,9 | 0,9 | 2,8 | 0 | 0,4 | 0 | 0,6 | 2 | 3,1 | 3 | 2,9 | 2,7 | 2,6 | 3,5 | 2,8 | 0,6 | 1,1 | 0 | 0,6 | 0,9 | 2 | 2,5 | 1,2 | 2,8 | 1,8 |
| 22/4 | 2,4 | 4,1 | 0,7 | 1,7 | 1,2 | 2,3 | 1,7 | 1 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 1,9 | 1,5 | 2,4 | 1,5 | 1,6 | 2,8 | 1,4 | 0 | 3,3 | 1,9 | 2,7 | 2,5 | 2,0 |
| 23/4 | 3,2 | 0 | 0 | 2,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,9 | 2 | 2,7 | 2,4 | 4,6 | 1,5 | 2,1 | 2,7 | 2,5 | 2,2 | 0 | 2,2 | 1,7 | 1,3 | 2 | 2,5 | 1,7 |
| 24/4 | 0,1 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 1,4 | 2,6 | 1,6 | 1,8 | 1,8 | 2,4 | 1 | 1,2 | 2,4 | 2,2 | 1,4 | 3 | 1,2 | 0,5 | 0,3 | 1,1 |
| 25/4 | 1,2 | 1,2 | 0,7 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,8 | 0,6 | 0 | 1,2 | 2,7 | 1,7 | 0,4 | 2,9 | 4,2 | 0,6 | 1,7 | 0 | 2,9 | 1,7 | 0 | 0 | 1,1 |
| 26/4 | 1,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0,8 | 1,1 | 1,1 | 1,7 | 0 | 1,7 | 0,9 | 2,3 | 0,6 | 1,1 | 0,7 | 2 | 0,5 | 1,3 | 0,7 |
| 27/4 | 2,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,6 | 1,4 | 1,8 | 2,2 | 2,1 | 2,9 | 1,1 | 2,2 | 2,2 | 1,2 | 1,1 | 0,6 | 2 | 2,2 | 0,3 | 1,1 |
| 28/4 | 0,6 | 0,5 | 0 | 1,2 | 0 | 1,2 | 2,1 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 1,4 | 1,6 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0 | 0 | 0,5 |
| 29/4 | 0 | 0,6 | 0,6 | 0 | 1,3 | 0,8 | 0 | 1,5 | 2,6 | 2,6 | 1,2 | 0 | 2,2 | 0 | 2,6 | 2 | 1,7 | 1,2 | 4 | 2,6 | 1,3 | 0,4 | 1 | 0,6 | 1,3 |
| 30/4 | 1,6 | 1,8 | 0,8 | 1,7 | 2,8 | 0 | 1,4 | 0,6 | 0,6 | 2,9 | 1,8 | 2,3 | 2,5 | 0 | 2,8 | 2,5 | 0 | 2,6 | 2,6 | 0 | 0,6 | 2,8 | 0,5 | 1 | 1,5 |
| 1/5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,3 | 0 | 2,7 | 1,6 | 1,9 | 2,1 | 1,4 | 2 | 2 | 1,1 | 1,1 | 0,1 | 0,7 | 0,6 | 0 | 0,8 |
| 2/5 | 0,2 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,7 | 0,8 | 1,6 | 1 | 1,8 | 1,5 | 0,5 | 0,7 | 0 | 0,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 |
| 3/5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 | 2,1 | 3,1 | 1,5 | 0,3 | 0,7 | 0,9 | 0,9 | 1,1 | 0,4 | 0 | 1,5 | 0,3 | 0 | 0,6 |
| 4/5 | 1,3 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,7 | 0,5 | 2,4 | 0,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 |
| 5/5 | 1,2 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,3 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 1,6 | 0 | 0 | 0,3 |
| 6/5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,9 | 0 | 2,3 | 0,1 | 1,6 | 0,4 | 2 | 1,2 | 0,2 | 1,1 | 2,5 | 0,9 | 3,8 | 0 | 0 | 0 | 0,8 |
| 7/5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0 | 1,7 | 0 | 2,8 | 1,4 | 0 | 2,5 | 1,5 | 1,2 | 2,9 | 0 | 2,3 | 1,4 | 1,3 | 0,4 | 2,1 | 0,9 |
| 8/5 | 2,2 | 0,6 | 1 | 2 | 0,1 | 1,2 | 1,2 | 3 | 2,9 | 2,6 | 2,3 | 1,4 | 1,6 | 1,3 | 1,3 | 0 | 2,3 | 1,5 | 1,7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1,3 |
| 9/5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,9 | 0,2 | 0 | 0 | 2,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 |
| Média horária | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 1,2 | 1,4 | 1,3 | 1,6 | 1,9 | 1,3 | 1,8 | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 0,7 | 0,8 | 1,1 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 08: Velocidade do vento no ponto 4D (m/s) - 12/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 00:00 | 01:00 | 02:00 | 03:00 | 04:00 | 05:00 | 06:00 | 07:00 | 08:00 | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | Média diária | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----|
| 12/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 13/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 14/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 15/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 16/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 17/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 18/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19/4 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 21/4 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 22/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 23/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 24/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 25/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 26/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 27/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 28/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 29/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 30/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 1/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 4/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 5/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 6/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 7/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 8/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 9/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Média horária | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 09: Velocidade do vento no ponto 17C (m/s) - 12/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 00:00 | 01:00 | 02:00 | 03:00 | 04:00 | 05:00 | 06:00 | 07:00 | 08:00 | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | Média diária |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| 12/4 | 1,8 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 0,0 | 0,4 | 0,7 | 0,0 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 1,4 | 0,9 | 3,1 | 2,6 | 3,7 | 2,1 | 1,0 |
| 13/4 | 3,0 | 0,0 | 1,8 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 2,3 | 2,7 | 0,0 | 1,6 | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 1,1 | 0,5 | 0,5 | 3,1 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 1,8 | 0,0 | 1,9 | 1,4 | 1,3 |
| 14/4 | 2,2 | 0,0 | 1,0 | 3,2 | 2,4 | 0,9 | 1,8 | 1,0 | 2,2 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 2,1 | 0,0 | 1,2 | 1,1 | 0,4 | 1,9 | 2,1 | 1,1 | 1,5 | 1,7 | 0,0 | 1,2 |
| 15/4 | 5,1 | 1,7 | 0,7 | 3,3 | 4,6 | 1,8 | 1,1 | 2,6 | 4,8 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 1,0 | 4,5 | 1,5 | 1,8 | 1,4 | 0,4 | 0,5 | 2,8 | 2,3 | 2,5 | 1,5 | 0,8 | 2,0 |
| 16/4 | 0,0 | 0,0 | 1,6 | 0,0 | 3,6 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,7 | 1,6 | 0,4 | 0,0 | 3,7 | 0,9 | 1,1 | 0,6 | 2,0 | 1,3 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 1,8 | 0,0 | 0,6 | 0,9 |
| 17/4 | 1,8 | 1,4 | 1,4 | 2,4 | 0,4 | 1,6 | 1,6 | 0,6 | 3,8 | 4,4 | 3,2 | 0,0 | 1,1 | 0,9 | 3,1 | 1,7 | 2,4 | 3,2 | 1,9 | 1,9 | 2,7 | 0,9 | 1,4 | 2,9 | 1,9 |
| 18/4 | 0,9 | 2,5 | 0,0 | 2,2 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 3,1 | 2,1 | 1,6 | 0,8 | 2,0 | 1,8 | 0,0 | 3,5 | 1,0 | 0,1 | 2,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 1,3 |
| 19/4 | 4,0 | 2,7 | 1,8 | 2,9 | 1,6 | 1,3 | 0,0 | 3,5 | 3,7 | 3,1 | 3,5 | 1,9 | 0,0 | 0,8 | 1,4 | 1,1 | 1,4 | 3,0 | 2,2 | 1,6 | 0,0 | 1,6 | 0,0 | 0,0 | 1,8 |
| 20/4 | 0,4 | 0,0 | 2,5 | 1,6 | 0,0 | 1,9 | 0,9 | 0,0 | 1,8 | 3,5 | 1,2 | 2,4 | 0,0 | 3,4 | 3,6 | 3,1 | 0,7 | 1,3 | 1,0 | 2,9 | 1,6 | 3,6 | 2,5 | 1,5 | 1,7 |
| 21/4 | 1,8 | 4,9 | 1,8 | 1,2 | 2,4 | 4,4 | 0,0 | 1,6 | 2,3 | 3,3 | 0,9 | 0,0 | 0,9 | 2,3 | 3,6 | 2,1 | 0,8 | 2,2 | 3,6 | 3,3 | 1,2 | 3,3 | 0,8 | 1,4 | 2,1 |
| 22/4 | 1,8 | 0,4 | 2,6 | 2,5 | 2,5 | 0,0 | 4,5 | 0,5 | 2,2 | 2,8 | 1,5 | 1,6 | 0,0 | 0,4 | 0,8 | 1,1 | 1,4 | 0,0 | 0,0 | 2,9 | 2,2 | 0,0 | 1,4 | 0,8 | 1,4 |
| 23/4 | 3,2 | 1,2 | 2,0 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,1 | 2,1 | 0,4 | 1,2 | 0,6 | 1,0 | 1,9 | 2,4 | 3,5 | 0,0 | 1,9 | 1,1 | 0,9 | 0,3 | 3,5 | 1,3 | 1,4 |
| 24/4 | 1,5 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,1 | 1,6 | 0,8 | 1,6 | 1,6 | 1,3 | 0,0 | 1,0 | 3,3 | 2,8 | 1,9 | 1,6 | 2,4 | 0,0 | 1,2 |
| 25/4 | 0,7 | 1,2 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 1,6 | 0,6 | 3,3 | 2,8 | 1,0 | 3,6 | 1,1 | 2,9 | 2,1 | 2,5 | 3,2 | 4,5 | 1,8 | 1,7 | 0,0 | 1,6 |
| 26/4 | 1,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,3 | 2,6 | 2,0 | 2,6 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 1,9 | 2,4 | 2,3 | 1,6 | 2,5 | 2,7 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 1,1 |
| 27/4 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 0,5 | 0,0 | 3,9 | 1,3 | 2,3 | 2,5 | 1,6 | 1,4 | 0,0 | 2,6 | 2,3 | 1,8 | 0,7 | 0,5 | 1,1 |
| 28/4 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 0,3 | 2,7 | 1,1 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,8 | 0,0 | 2,8 | 0,7 |
| 29/4 | 0,6 | 0,0 | 1,3 | 3,3 | 1,0 | 2,8 | 1,3 | 0,6 | 2,1 | 0,1 | 1,3 | 0,8 | 0,7 | 2,0 | 2,4 | 0,0 | 0,3 | 2,4 | 1,3 | 0,3 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 |
| 30/4 | 3,2 | 1,3 | 1,7 | 0,0 | 1,5 | 2,6 | 2,1 | 1,3 | 2,8 | 0,9 | 1,5 | 2,7 | 1,7 | 2,6 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 1,2 |
| 1/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 1,1 | 0,7 | 1,2 | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,9 | 1,4 | 0,7 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,7 |
| 2/5 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 1,3 | 2,7 | 0,7 | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,5 |
| 3/5 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,9 | 2,2 | 0,0 | 3,0 | 0,1 | 0,6 | 2,1 | 1,5 | 0,6 | 1,6 | 1,7 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,7 |
| 4/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,2 | 0,0 | 3,3 | 2,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 2,4 | 2,0 | 0,5 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 |
| 5/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,4 | 3,2 | 1,7 | 2,2 | 3,1 | 1,6 | 0,0 | 1,1 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 |
| 6/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,9 | 1,0 | 2,8 | 1,8 | 3,9 | 0,0 | 3,4 | 3,4 | 2,1 | 1,7 | 3,8 | 4,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,3 |
| 7/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,9 | 2,9 | 1,2 | 2,5 | 2,7 | 0,0 | 3,9 | 1,7 | 0,5 | 0,8 | 1,9 | 4,2 | 1,0 | 1,7 | 0,0 | 3,1 | 1,2 |
| 8/5 | 4,3 | 0,9 | 1,7 | 2,5 | 2,6 | 3,1 | 2,8 | 1,9 | 4,0 | 0,2 | 0,9 | 2,9 | 2,3 | 1,7 | 0,8 | 1,0 | 2,1 | 0,6 | 0,0 | 1,4 | 0,5 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 1,7 |
| 9/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 1,8 | 0,8 | 1,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 |
| Média horária | 1,5 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 1,5 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 1,6 | 1,4 | 1,1 | 0,8 | 0,8 | 1,2 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 10: Velocidade do vento no ponto 17D (m/s) - 12/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 00:00 | 01:00 | 02:00 | 03:00 | 04:00 | 05:00 | 06:00 | 07:00 | 08:00 | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | Média diária |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| 12/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,3 | 0,0 |
| 13/4 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,1 |
| 14/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,5 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,2 |
| 15/4 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,5 | 1,0 | 0,8 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 |
| 16/4 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 0,1 |
| 17/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 0,7 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| 18/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,1 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 1,4 | 0,2 |
| 19/4 | 1,4 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,8 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| 20/4 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,6 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| 21/4 | 1,1 | 0,9 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 1,2 | 0,0 | 0,7 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0,1 | 0,3 |
| 22/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,4 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,8 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| 23/4 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| 24/4 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| 25/4 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 1,7 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,2 | 1,0 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,3 |
| 26/4 | 0,0 | 1,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| 27/4 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,8 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| 28/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| 29/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,3 | 0,8 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| 30/4 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| 1/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| 3/5 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| 4/5 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 1,7 | 0,0 | 0,2 |
| 5/5 | 0,9 | 1,5 | 0,0 | 1,7 | 0,0 | 2,1 | 0,7 | 2,4 | 0,7 | 0,0 | 0,4 | 0,3 | 0,0 | 1,1 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,2 | 0,8 | 0,0 | 2,1 | 0,7 |
| 6/5 | 1,7 | 1,3 | 2,7 | 1,4 | 0,0 | 2,8 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| 7/5 | 1,1 | 0,8 | 1,1 | 1,6 | 1,3 | 0,0 | 1,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 0,5 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| 8/5 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,2 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| 9/5 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,0 | 1,4 | 0,5 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,2 |
| Média horária | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,2 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 11: Velocidade do vento no ponto 25D (m/s) - 12/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 00:00 | 01:00 | 02:00 | 03:00 | 04:00 | 05:00 | 06:00 | 07:00 | 08:00 | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | Média diária |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| 12/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 13/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 14/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 15/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 16/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 17/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 18/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 21/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 22/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 23/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 24/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 1,7 | 0,4 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| 25/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,2 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| 26/4 | 0,0 | 1,5 | 1,3 | 2,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| 27/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 28/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 29/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 30/4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 1/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,7 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,1 |
| 3/5 | 0,2 | 0,0 | 1,3 | 1,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| 4/5 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,1 |
| 5/5 | 3,6 | 1,5 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 1,6 | 0,8 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,8 | 0,5 | 0,0 | 0,6 |
| 6/5 | 1,9 | 2,5 | 2,7 | 0,6 | 1,8 | 2,0 | 1,4 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 |
| 7/5 | 1,0 | 3,0 | 1,2 | 0,1 | 0,0 | 0,5 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,3 | |
| 8/5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 9/5 | 0,7 | 0,9 | 0,3 | 0,0 | 2,9 | 1,8 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 |
| Média horária | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 12: Percentual e número de ocorrências de vento em função da direção
Estação 4C - 12/04/05 à 09/05/05

| Direção dos ventos | Ocorrência por Velocidade dos Ventos | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|-------|------------------------|---------------------------|------------------------|------|--------------------------|-------|
| | Velocidade > 0 à 2 m/s | | Velocidade > 2 à 4 m/s | | Velocidade > 4 à 6 m/s | | Velocidade > 6 à 8 m/s | | Total Velocidade > 0 m/s | |
| | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) |
| 18° | 2 | 0,30 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 2 | 0,30 |
| 40,5° | 2 | 0,30 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 2 | 0,30 |
| 63° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 85,5° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 108° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 130,5° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 153° | 3 | 0,45 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 3 | 0,45 |
| 175,5° | 13 | 1,93 | 9 | 1,34 | | 0,00 | | 0,00 | 22 | 3,27 |
| 198° | 225 | 33,48 | 135 | 20,09 | 8 | 1,19 | | 0,00 | 368 | 54,76 |
| 220,5° | 10 | 1,49 | 3 | 0,45 | | 0,00 | | 0,00 | 13 | 1,93 |
| 243° | | 0,00 | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 265,5° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 288° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 310,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 333° | 11 | 1,64 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 11 | 1,64 |
| 355,5° | 14 | 2,08 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 14 | 2,08 |
| Total | 284 | 42,26 | 148 | 22,02 | 8 | 1,19 | 0 | 0,00 | 440 | 65,48 |
| Ocorrências | | Número de ocorrências | | | | Percentual de ocorrências | | | | |
| Para velocidade do vento > 0 m/s | | 440 | | | | 65,48% | | | | |
| Para velocidade do vento = 0 m/s | | 232 | | | | 34,52% | | | | |
| Total de ocorrências no período | | 672 | | | | 100% | | | | |

NOD - Número de ocorrências de vento na direção.

(%) - Percentual de ocorrências de vento na direção.

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 13: Percentual e número de ocorrências de vento em função da direção
Estação 4D - 12/04/05 à 09/05/05

| Direção dos ventos | Ocorrência por Velocidade dos Ventos | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|------|------------------------|---------------------------|------------------------|------|--------------------------|------|
| | Velocidade > 0 à 2 m/s | | Velocidade > 2 à 4 m/s | | Velocidade > 4 à 6 m/s | | Velocidade > 6 à 8 m/s | | Total Velocidade > 0 m/s | |
| | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) |
| 18° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 40,5° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 63° | 4 | 0,60 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 4 | 0,60 |
| 85,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 108° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 130,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 153° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 175,5° | 2 | 0,30 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 2 | 0,30 |
| 198° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 220,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 243° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 265,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 288° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 310,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 333° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 355,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| Total | 8 | 1,19 | | | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 8 | 1,19 |
| Ocorrências | | Número de ocorrências | | | | Percentual de ocorrências | | | | |
| Para velocidade do vento > 0 m/s | | 8 | | | | 1,19% | | | | |
| Para velocidade do vento = 0 m/s | | 664 | | | | 98,81% | | | | |
| Total de ocorrências no período | | 672 | | | | 100% | | | | |

NOD - Número de ocorrências de vento na direção.

(%) - Percentual de ocorrências de vento na direção.

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 14: Percentual e número de ocorrências de vento em função da direção
Estação 17C - 12/04/05 à 09/05/05

| Direção dos ventos | Ocorrência por Velocidade dos Ventos | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|-------|------------------------|-------|------------------------|------|---------------------------|------|--------------------------|-------|
| | Velocidade > 0 à 2 m/s | | Velocidade > 2 à 4 m/s | | Velocidade > 4 à 6 m/s | | Velocidade > 6 à 8 m/s | | Total Velocidade > 0 m/s | |
| | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) |
| 18° | 139 | 20,68 | 93 | 13,84 | 9 | 1,34 | | 0,00 | 241 | 35,86 |
| 40,5° | 6 | 0,89 | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | 7 | 1,04 |
| 63° | 1 | 0,15 | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | 2 | 0,30 |
| 85,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 108° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 130,5° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 153° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 175,5° | 16 | 2,38 | 4 | 0,60 | | 0,00 | | 0,00 | 20 | 2,98 |
| 198° | 89 | 13,24 | 39 | 5,80 | 1 | 0,15 | | 0,00 | 129 | 19,20 |
| 220,5° | 8 | 1,19 | 2 | 0,30 | | 0,00 | | 0,00 | 10 | 1,49 |
| 243° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 265,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 288° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 310,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 333° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 355,5° | 9 | 1,34 | 9 | 1,34 | 3 | 0,45 | | 0,00 | 21 | 3,13 |
| Total | 271 | 40,33 | 149 | 22,17 | 13 | 1,93 | 0 | 0,00 | 433 | 64,43 |
| Ocorrências | | | Número de ocorrências | | | | Percentual de ocorrências | | | |
| Para velocidade do vento > 0 m/s | | | 433 | | | | 64,43% | | | |
| Para velocidade do vento = 0 m/s | | | 239 | | | | 35,57% | | | |
| Total de ocorrências no período | | | 672 | | | | 100% | | | |

NOD - Número de ocorrências de vento na direção.

(%) - Percentual de ocorrências de vento na direção.

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 15: Percentual e número de ocorrências de vento em função da direção
Estação 17D - 12/04/05 à 09/05/05

| Direção dos ventos | Ocorrência por Velocidade dos Ventos | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|-------|------------------------|------|------------------------|------|---------------------------|------|--------------------------|-------|
| | Velocidade > 0 à 2 m/s | | Velocidade > 2 à 4 m/s | | Velocidade > 4 à 6 m/s | | Velocidade > 6 à 8 m/s | | Total Velocidade > 0 m/s | |
| | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) |
| 18° | 25 | 3,72 | 5 | 0,74 | | 0,00 | | 0,00 | 30 | 4,46 |
| 40,5° | 6 | 0,89 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 6 | 0,89 |
| 63° | 4 | 0,60 | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | 5 | 0,74 |
| 85,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 108° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 130,5° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 153° | 4 | 0,60 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 4 | 0,60 |
| 175,5° | 42 | 6,25 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 42 | 6,25 |
| 198° | 76 | 11,31 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 76 | 11,31 |
| 220,5° | 16 | 2,38 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 16 | 2,38 |
| 243° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 265,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 288° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 310,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 333° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 355,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| Total | 175 | 26,04 | 6 | 0,89 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 181 | 26,93 |
| Ocorrências | | | Número de ocorrências | | | | Percentual de ocorrências | | | |
| Para velocidade do vento > 0 m/s | | | 181 | | | | 26,93% | | | |
| Para velocidade do vento = 0 m/s | | | 491 | | | | 73,07% | | | |
| Total de ocorrências no período | | | 672 | | | | 100% | | | |

NOD - Número de ocorrências de vento na direção.

(%) - Percentual de ocorrências de vento na direção.

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 16: Percentual e Número de Ocorrências de Vento em Função da Direção
Estação 25D - 12/04/05 à 09/05/05

| Direção dos ventos | Ocorrência por Velocidade dos Ventos | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|------|------------------------|------|------------------------|------|---------------------------|------|--------------------------|------|
| | Velocidade > 0 à 2 m/s | | Velocidade > 2 à 4 m/s | | Velocidade > 4 à 6 m/s | | Velocidade > 6 à 8 m/s | | Total Velocidade > 0 m/s | |
| | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) |
| 18° | 20 | 2,98 | 6 | 0,89 | | 0,00 | | 0,00 | 26 | 3,87 |
| 40,5° | 11 | 1,64 | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | 12 | 1,79 |
| 63° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 85,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 108° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 130,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 153° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 175,5° | 2 | 0,30 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 2 | 0,30 |
| 198° | 10 | 1,49 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 10 | 1,49 |
| 220,5° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 243° | 1 | 0,15 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 1 | 0,15 |
| 265,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 288° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 310,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 333° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 355,5° | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0 | 0,00 |
| Total | 47 | 6,99 | 7 | 1,04 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 54 | 8,04 |
| Ocorrências | | | Número de ocorrências | | | | Percentual de ocorrências | | | |
| Para velocidade do vento > 0 m/s | | | 54 | | | | 8,04% | | | |
| Para velocidade do vento = 0 m/s | | | 618 | | | | 91,96% | | | |
| Total de ocorrências no período | | | 672 | | | | 100% | | | |

NOD - Número de ocorrências de vento na direção.

(%) - Percentual de ocorrências de vento na direção.

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 17: Temperatura de fachada no ponto 4C (°C) - 12/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 06:00h. | 11:00h. | 12:00h. | 13:00h. | 14:00h. | 15:00h. | 16:00h. | 20:00h. | Média diária |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------|
| 12/4 | 27,0 | 35,5 | 35,0 | 34,0 | 33,5 | 33,0 | 32,5 | 29,5 | 32,5 |
| 13/4 | 28,0 | 36,5 | 35,0 | 34,0 | 33,0 | 33,0 | 32,5 | 30,0 | 32,8 |
| 14/4 | 28,5 | 34,0 | 34,0 | 33,5 | 33,0 | 33,0 | 32,0 | 29,5 | 32,2 |
| 15/4 | 28,0 | 35,5 | 34,5 | 33,5 | 33,0 | 33,0 | 32,5 | 28,5 | 32,3 |
| 16/4 | 28,0 | 33,0 | 34,0 | 34,0 | 33,5 | 32,0 | 31,5 | 29,5 | 31,9 |
| 17/4 | 28,0 | 34,5 | 33,0 | 33,0 | 32,5 | 32,0 | 32,0 | 29,5 | 31,8 |
| 18/4 | 28,5 | 34,5 | 34,0 | 33,0 | 33,0 | 33,0 | 31,5 | 29,0 | 32,1 |
| 19/4 | 28,5 | 35,0 | 34,5 | 33,5 | 33,0 | 33,0 | 32,0 | 29,5 | 32,4 |
| 20/4 | 28,0 | 34,0 | 33,5 | 33,0 | 32,5 | 32,0 | 31,5 | 29,5 | 31,8 |
| 21/4 | 28,5 | 34,5 | 34,0 | 33,0 | 32,5 | 32,0 | 31,5 | 29,0 | 31,9 |
| 22/4 | 28,5 | 33,5 | 33,0 | 33,0 | 33,0 | 32,0 | 31,0 | 29,5 | 31,7 |
| 23/4 | 28,0 | 34,0 | 33,5 | 33,0 | 32,5 | 31,5 | 30,0 | 29,5 | 31,5 |
| 24/4 | 27,5 | 34,0 | 33,0 | 33,0 | 32,5 | 32,0 | 31,5 | 29,0 | 31,6 |
| 25/4 | 28,0 | 33,0 | 33,0 | 32,5 | 32,0 | 31,5 | 30,5 | 29,0 | 31,2 |
| 26/4 | 29,0 | 33,5 | 34,0 | 33,5 | 33,0 | 33,0 | 32,5 | 30,0 | 32,3 |
| 27/4 | 29,0 | 34,0 | 33,5 | 33,0 | 32,5 | 32,0 | 31,5 | 30 | 31,9 |
| 28/4 | 25,0 | 31,5 | 32,0 | 32,0 | 32,0 | 31,5 | 31,5 | 29,5 | 30,6 |
| 29/4 | 28,0 | 33,5 | 33,5 | 33,0 | 32,0 | 31,5 | 31,5 | 29,5 | 31,6 |
| 30/4 | 28,5 | 33,5 | 33,0 | 33,0 | 33,0 | 32,0 | 31,5 | 29,5 | 31,8 |
| 1/5 | 28,0 | 34,0 | 33,5 | 33,0 | 32,5 | 32,5 | 32,0 | 29,5 | 31,9 |
| 2/5 | 28,0 | 33,5 | 34,0 | 34,0 | 33,0 | 33,0 | 32,5 | 30 | 32,3 |
| 3/5 | 27,0 | 32,5 | 32,5 | 32,5 | 32,0 | 32,0 | 31,0 | 29,5 | 31,1 |
| 4/5 | 27,0 | 32,0 | 32,0 | 32,0 | 31,0 | 30,0 | 30,0 | 28,5 | 30,3 |
| 5/5 | 25,5 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 27,5 | 29,1 |
| 6/5 | 25,0 | 31,0 | 31,5 | 31,0 | 30,5 | 30,0 | 29,5 | 26,5 | 29,4 |
| 7/5 | 25,0 | 31,0 | 30,5 | 29,5 | | 28,5 | 27,5 | 27 | 28,4 |
| 8/5 | 28,0 | 32,5 | 33,0 | 33,0 | 32,0 | 32,0 | 31,5 | 29,5 | 31,4 |
| 9/5 | 26,5 | 32,0 | 32,5 | 32,0 | | 29,5 | 29,5 | 27,5 | 29,9 |
| Média horária | 27,6 | 33,4 | 33,2 | 32,8 | 32,4 | 31,8 | 31,2 | 29,1 | 31,4 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 18: Temperatura de fachada no ponto 4D (°C) - 12/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 6:00h. | 11:00h. | 12:00h. | 13:00h. | 14:00h. | 15:00h. | 16:00h. | 20:00h. | Média diária |
|------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|
| 12/4 | 26,0 | 31,5 | 34,0 | 32,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 29,0 | 30,9 |
| 13/4 | 28,0 | 32,0 | 35,0 | 33,0 | 32,0 | 31,5 | 31,5 | 29,5 | 31,6 |
| 14/4 | 28,5 | 31,0 | 34,0 | 33,0 | 32,5 | 32,0 | 31,5 | 29,5 | 31,5 |
| 15/4 | 28,0 | 31,5 | 34,0 | 32,5 | 32,0 | 31,5 | 31,5 | 28,0 | 31,1 |
| 16/4 | 28,0 | 31,0 | 32,0 | 32,0 | 32,0 | 30,5 | 30,5 | 29,5 | 30,7 |
| 17/4 | 28,0 | 31,0 | 33,5 | 32,0 | 31,5 | 31,0 | 31,5 | 29,0 | 30,9 |
| 18/4 | 27,5 | 31,0 | 34,0 | 33,0 | 32,5 | 32,5 | 31,0 | 28,0 | 31,2 |
| 19/4 | 28,5 | 32,0 | 33,5 | 33,0 | 31,0 | 32,0 | 31,0 | 29,5 | 31,3 |
| 20/4 | 28,0 | 32,0 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,0 | 30,5 | 29,0 | 30,6 |
| 21/4 | 28,0 | 31,5 | 34,0 | 32,0 | 31,5 | 30,5 | 30,5 | 29,0 | 30,9 |
| 22/4 | 28,0 | 31,5 | 32,5 | 32,0 | 31,5 | 31,5 | 30,5 | 29,0 | 30,8 |
| 23/4 | 27,0 | 31,5 | 34,0 | 32,0 | 32,0 | 31,5 | 30,0 | 29,0 | 30,9 |
| 24/4 | 27,0 | 31,5 | 34,5 | 32,5 | 31,0 | 31,0 | 31,0 | 29,0 | 30,9 |
| 25/4 | 27,0 | 30,5 | 33,5 | 31,5 | 31,0 | 30,5 | 30,5 | 29,0 | 30,4 |
| 26/4 | 26,5 | 30,5 | 33,5 | 32,0 | 31,5 | 31,5 | 31,0 | 29,0 | 30,7 |
| 27/4 | 27,0 | 31,5 | 34,0 | 33,0 | 32,0 | 31,5 | 30,5 | 29,5 | 31,1 |
| 28/4 | 25,0 | 29,5 | 33,0 | 31,5 | 31,0 | 30,0 | 30,5 | 29,0 | 29,9 |
| 29/4 | 27,0 | 31,0 | 34,0 | 32,0 | 31,5 | 30,5 | 30,5 | 29,5 | 30,8 |
| 30/4 | 28,0 | 31,0 | 34,5 | 32,0 | 32,0 | 31,0 | 31,0 | 29,5 | 31,1 |
| 1/5 | 27,0 | 31,0 | 34,0 | 31,5 | 31,0 | 30,5 | 30,5 | 29,0 | 30,6 |
| 2/5 | 27,0 | 32,0 | 34,5 | 33,0 | 31,5 | 31,5 | 31,0 | 29,5 | 31,3 |
| 3/5 | 26,5 | 31,5 | 34,0 | 32,0 | 31,0 | 30,5 | 30,0 | 29,0 | 30,6 |
| 4/5 | 26,0 | 30,5 | 31,5 | 30,5 | 30,0 | 29,0 | 29,5 | 28,0 | 29,4 |
| 5/5 | 25,0 | 29,0 | 28,5 | 29,0 | 29,0 | 29,5 | 29,5 | 26,5 | 28,3 |
| 6/5 | 24,5 | 29,5 | 33,5 | 31,5 | 30,0 | 29,5 | 29,0 | 26,0 | 29,2 |
| 7/5 | 25,0 | 30,0 | 32,0 | 28,0 | | 28,5 | 27,0 | 26,0 | 28,1 |
| 8/5 | 27,5 | 31,0 | 32,0 | 31,5 | 30,5 | 30,0 | 30,0 | 29,0 | 30,2 |
| 9/5 | 25,5 | 30,5 | 33,5 | 31,5 | | 28,5 | 28,5 | 27,0 | 29,3 |
| Média horária | 27,0 | 31,0 | 33,3 | 31,8 | 31,3 | 30,7 | 30,4 | 28,7 | 30,5 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 19: Temperatura de fachada no ponto 17C (°C) - 12/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 6:00h. | 11:00h. | 12:00h. | 13:00h. | 14:00h. | 15:00h. | 16:00h. | 20:00h. | Média diária |
|------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|
| 12/4 | 27,5 | 37,5 | 36,5 | 37,0 | 37,5 | 37,0 | 36,0 | 30,5 | 34,9 |
| 13/4 | 31,5 | 38,0 | 37,0 | 37,5 | 37,5 | 37,0 | 36,5 | 31,0 | 35,8 |
| 14/4 | 30,0 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,0 | 35,5 | 34,0 | 30,0 | 34,4 |
| 15/4 | 28,5 | 37,0 | 36,0 | 36,0 | 37,0 | 36,0 | 32,5 | 30,0 | 34,1 |
| 16/4 | 32,0 | 37,0 | 36,5 | 37,0 | 36,5 | 34,0 | 33,5 | 30,5 | 34,6 |
| 17/4 | 29,0 | 35,0 | 34,5 | 32,5 | 36,0 | 36,0 | 35,0 | 30,0 | 33,5 |
| 18/4 | 32,0 | 37,0 | 36,0 | 36,0 | 36,5 | 36,0 | 33,0 | 30,0 | 34,6 |
| 19/4 | 28,5 | 37,0 | 36,5 | 37,0 | 36,0 | 36,5 | 34,0 | 30,5 | 34,5 |
| 20/4 | 29,5 | 36,5 | 36,0 | 35,5 | 35,5 | 34,0 | 33,0 | 30,0 | 33,8 |
| 21/4 | 29,5 | 36,5 | 36,0 | 36,0 | 36,5 | 36,0 | 35,0 | 30,0 | 34,4 |
| 22/4 | 29,0 | 36,5 | 36,5 | 36,0 | 37,0 | 35,5 | 34,5 | 30,0 | 34,4 |
| 23/4 | 29,5 | 36,5 | 36,0 | 37,0 | 36,0 | 36,5 | 35,0 | 30,0 | 34,6 |
| 24/4 | 27,5 | 35,0 | 34,5 | 35,0 | 36,0 | 35,5 | 34,0 | 29,5 | 33,4 |
| 25/4 | 29,5 | 36,5 | 35,5 | 36,0 | 36,0 | 36,0 | 34,0 | 30,0 | 34,2 |
| 26/4 | 32,5 | 37,5 | 37,5 | 38,0 | 38,0 | 37,5 | 37,0 | 31,0 | 36,1 |
| 27/4 | 33,0 | 37,0 | 36,0 | 36,0 | 36,5 | 36,0 | 35,0 | 31,0 | 35,1 |
| 28/4 | 24,5 | 31,0 | 32,0 | 34,0 | 35,0 | 35,5 | 34,5 | 30,5 | 32,1 |
| 29/4 | 27,5 | 36,0 | 36,0 | 36,0 | 36,5 | 34,5 | 34,5 | 30,0 | 33,9 |
| 30/4 | 30,5 | 36,5 | 36,0 | 36,5 | 37,0 | 36,5 | 34,5 | 30,5 | 34,8 |
| 1/5 | 30,0 | 38,0 | 37,0 | 37,0 | 38,0 | 38,0 | 37,0 | 31,0 | 35,8 |
| 2/5 | 28,5 | 38,0 | 37,0 | 37,0 | 37,0 | 37,5 | 37,0 | 31,5 | 35,4 |
| 3/5 | 28,0 | 37,0 | 36,0 | 37,0 | 37,5 | 37,5 | 35,0 | 31,0 | 34,9 |
| 4/5 | 27,5 | 36,5 | 36,0 | 35,0 | 33,5 | 32,5 | 32,0 | 29,0 | 32,8 |
| 5/5 | 26,0 | 33,0 | 33,0 | 32,0 | 32,5 | 33,0 | 32,0 | 28,0 | 31,2 |
| 6/5 | 25,5 | 34,5 | 34,5 | 35,0 | 35,0 | 34,5 | 32,0 | 27,0 | 32,3 |
| 7/5 | 25,0 | 34,5 | 33,5 | 31,0 | | 30,0 | 29,0 | 28,0 | 30,1 |
| 8/5 | 26,5 | 34,5 | 35,0 | 36,0 | 34,0 | 34,5 | 32,5 | 29,5 | 32,8 |
| 9/5 | 26,5 | 36,0 | 36,0 | 36,0 | | 31,0 | 31,5 | 28,5 | 32,2 |
| Média horária | 28,8 | 36,2 | 35,7 | 35,8 | 36,2 | 35,4 | 34,1 | 29,9 | 34,0 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 20: Temperatura de fachada no ponto 17D (°C) - 12/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 06:00h. | 11:00h. | 12:00h. | 13:00h. | 14:00h. | 15:00h. | 16:00h. | 20:00h. | Média diária |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|
| 12/4 | 25,0 | 31,5 | 34,0 | 37,0 | 40,0 | 42,5 | 39,0 | 29,5 | 34,8 |
| 13/4 | 29,0 | 32,0 | 36,0 | 40,0 | 40,0 | 41,0 | 42,0 | 29,5 | 36,2 |
| 14/4 | 28,0 | 32,0 | 34,5 | 36,0 | 36,0 | 34,5 | 33,0 | 29,0 | 32,9 |
| 15/4 | 28,0 | 31,5 | 33,5 | 36,5 | 41,5 | 41,5 | 39,0 | 29,5 | 35,1 |
| 16/4 | 28,5 | 33,0 | 33,5 | 38,0 | 36,5 | 32,0 | 32,5 | 29,5 | 32,9 |
| 17/4 | 27,5 | 30,5 | 33,0 | 36,0 | 38,5 | 38,0 | 38,5 | 29,0 | 33,9 |
| 18/4 | 27,5 | 31,5 | 33,5 | 37,5 | 37,5 | 37,0 | 32,0 | 27,5 | 33,0 |
| 19/4 | 28,0 | 32,0 | 34,5 | 37,0 | 36,0 | 38,0 | 32,5 | 29,0 | 33,4 |
| 20/4 | 28,0 | 31,5 | 32,5 | 35,5 | 37,5 | 35,5 | 33,0 | 28,5 | 32,8 |
| 21/4 | 27,5 | 30,5 | 33,0 | 36,5 | 39,0 | 39,5 | 38,5 | 29,5 | 34,3 |
| 22/4 | 27,5 | 32,0 | 33,0 | 34,0 | 38,5 | 37,5 | 35,0 | 29,0 | 33,3 |
| 23/4 | 26,5 | 32,0 | 34,0 | 37,0 | 37,0 | 40,0 | 38,5 | 29,5 | 34,3 |
| 24/4 | 26,0 | 31,5 | 33,5 | 38,0 | 38,5 | 40,0 | 36,0 | 29,0 | 34,1 |
| 25/4 | 26,5 | 29,5 | 33,0 | 35,5 | 38,0 | 39,5 | 35,0 | 29,0 | 33,3 |
| 26/4 | 26,5 | 30,0 | 33,5 | 36,0 | 38,5 | 40,0 | 39,5 | 29,5 | 34,2 |
| 27/4 | 27,0 | 30,5 | 33,0 | 35,0 | 38,5 | 39,5 | 39,0 | 30,0 | 34,1 |
| 28/4 | 24,5 | 29,0 | 32,0 | 36,0 | 38,5 | 40,5 | 38,5 | 30,0 | 33,6 |
| 29/4 | 27,5 | 31,5 | 34,0 | 36,5 | 38,5 | 37,0 | 39,5 | 30,0 | 34,3 |
| 30/4 | 28,0 | 31,0 | 34,0 | 36,5 | 38,5 | 42,0 | 36,0 | 30,0 | 34,5 |
| 1/5 | 26,5 | 31,0 | 33,5 | 36,0 | 38,5 | 41,5 | 41,5 | 30,0 | 34,8 |
| 2/5 | 26,5 | 31,5 | 34,5 | 35,5 | 37,5 | 41,5 | 40,0 | 30,0 | 34,6 |
| 3/5 | 25,5 | 30,5 | 33,0 | 36,0 | 38,5 | 41,0 | 36,0 | 29,5 | 33,8 |
| 4/5 | 25,5 | 31,5 | 32,0 | 31,5 | 30,5 | 30,0 | 29,5 | 28,0 | 29,8 |
| 5/5 | 24,5 | 29,5 | 29,0 | 29,5 | 31,0 | 31,5 | 30,5 | 26,5 | 29,0 |
| 6/5 | 23,5 | 29,0 | 33,0 | 35,5 | 37,5 | 38,5 | 33,5 | 26,0 | 32,1 |
| 7/5 | 24,0 | 29,5 | 31,5 | 29,0 | | 30,0 | 28,5 | 27,0 | 28,5 |
| 8/5 | 27,0 | 31,0 | 33,0 | 35,5 | 32,5 | 33,0 | 31,5 | 28,5 | 31,5 |
| 9/5 | 24,5 | 30,0 | 33,0 | 35,5 | | 30,0 | 33,0 | 26,5 | 30,4 |
| Média horária | 26,6 | 30,9 | 33,2 | 35,7 | 37,4 | 37,6 | 35,8 | 28,9 | 33,3 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 21: Temperatura de fachada no ponto 25D (°C) - 12/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 06:00h. | 11:00h. | 12:00h. | 13:00h. | 14:00h. | 15:00h. | 16:00h. | 20:00h. | Média diária |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|
| 12/4 | 25,0 | 31,5 | 33,0 | 38,0 | 42,5 | 45,0 | 44,5 | 31,0 | 36,3 |
| 13/4 | 28,0 | 32,0 | 33,5 | 38,5 | 42,5 | 45,0 | 43,0 | 32,0 | 36,8 |
| 14/4 | 28,0 | 33,0 | 34,5 | 38,5 | 37,5 | 39,0 | 36,5 | 30,0 | 34,6 |
| 15/4 | 28,0 | 32,0 | 34,5 | 38,5 | 42,5 | 44,5 | 43,0 | 31,5 | 36,8 |
| 16/4 | 28,0 | 33,5 | 34,5 | 37,5 | 38,0 | 35,0 | 35,0 | 30,0 | 33,9 |
| 17/4 | 27,5 | 31,0 | 32,5 | 38,0 | 41,5 | 42,5 | 41,5 | 30,5 | 35,6 |
| 18/4 | 27,5 | 32,0 | 34,5 | 39,0 | 38,5 | 38,0 | 35,0 | 28,0 | 34,1 |
| 19/4 | 27,5 | 32,5 | 34,0 | 38,5 | 39,0 | 38,5 | 35,0 | 30,0 | 34,4 |
| 20/4 | 27,0 | 32,0 | 33,5 | 37,0 | 41,0 | 38,0 | 37,0 | 30,0 | 34,4 |
| 21/4 | 27,5 | 31,5 | 33,5 | 38,0 | 42,0 | 45,0 | 43,0 | 29,5 | 36,3 |
| 22/4 | 27,5 | 32,5 | 34,0 | 36,0 | 41,0 | 43,0 | 39,0 | 30,5 | 35,4 |
| 23/4 | 27,0 | 32,5 | 34,5 | 39,0 | 42,0 | 44,0 | 43,5 | 31,5 | 36,8 |
| 24/4 | 26,5 | 32,0 | 34,5 | 38,5 | 42,5 | 45,0 | 40,5 | 30,5 | 36,3 |
| 25/4 | 26,0 | 31,0 | 34,5 | 38,0 | 42,0 | 44,5 | 40,5 | 30,5 | 35,9 |
| 26/4 | 26,0 | 31,0 | 34,0 | 38,0 | 40,0 | 44,0 | 43,0 | 31,0 | 35,9 |
| 27/4 | 26,5 | 31,5 | 34,5 | 38,0 | 42,0 | 44,5 | 43,0 | 31,5 | 36,4 |
| 28/4 | 25,0 | 30,0 | 33,0 | 37,5 | 41,5 | 44,5 | 41,5 | 31,5 | 35,6 |
| 29/4 | 28,0 | 32,5 | 35,0 | 39,0 | 42,5 | 42,0 | 43,0 | 31,5 | 36,7 |
| 30/4 | 28,0 | 32,5 | 35,5 | 39,0 | 43,0 | 45,5 | 41,5 | 31,0 | 37,0 |
| 1/5 | 26,5 | 32,0 | 35,0 | 38,5 | 42,0 | 45,5 | 46,0 | 32,0 | 37,2 |
| 2/5 | 26,5 | 32,0 | 34,5 | 37,0 | 40,5 | 44,5 | 45,0 | 32,0 | 36,5 |
| 3/5 | 25,5 | 31,5 | 33,0 | 38,0 | 42,5 | 44,5 | 38,5 | 31,0 | 35,6 |
| 4/5 | 26,0 | 32,0 | 33,0 | 33,0 | 32,0 | 31,0 | 30,5 | 27,5 | 30,6 |
| 5/5 | 23,5 | 30,5 | 30,5 | 31,0 | 33,5 | 32,5 | 31,5 | 27,0 | 30,0 |
| 6/5 | 23,0 | 30,0 | 33,5 | 37,5 | 42,0 | 44,5 | 38,0 | 27,0 | 34,4 |
| 7/5 | 23,5 | 29,5 | 32,5 | 29,0 | | 33,0 | 29,0 | 27,5 | 29,1 |
| 8/5 | 27,5 | 31,0 | 32,5 | 38,0 | 34,0 | 34,5 | 33,0 | 29,0 | 32,4 |
| 9/5 | 23,5 | 30,0 | 33,5 | 37,5 | | 32,0 | 33,0 | 26,5 | 30,9 |
| Média horária | 26,4 | 31,6 | 33,8 | 37,3 | 40,3 | 41,1 | 39,1 | 30,1 | 34,9 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 22: Temperatura de fachada no ponto 4D2 (°C) - 18/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 6:00h. | 11:00h. | 12:00h. | 13:00h. | 14:00h. | 15:00h. | 16:00h. | 20:00h. | Média diária |
|------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|
| 18/4 | 28,0 | 31,0 | 33,0 | 30,0 | 30,5 | 30,5 | 30,0 | 28,5 | 30,2 |
| 19/4 | 28,0 | 31,5 | 33,5 | 30,0 | 29,5 | 30,0 | 29,5 | 29,0 | 30,1 |
| 20/4 | 28,0 | 30,5 | 30,0 | 29,5 | 29,5 | 29,5 | 29,5 | 28,5 | 29,4 |
| 21/4 | 28,0 | 31,5 | 33,0 | 30,0 | 29,5 | 30,0 | 30,0 | 28,5 | 30,1 |
| 22/4 | 28,0 | 31,0 | 30,0 | 30,5 | 29,5 | 29,5 | 29,5 | 28,5 | 29,6 |
| 23/4 | 27,0 | 31,0 | 31,0 | 30,0 | 29,5 | 29,5 | 32,0 | 28,5 | 29,8 |
| 24/4 | 27,0 | 31,0 | 33,5 | 30,5 | 30,0 | 29,5 | 30,0 | 28,5 | 30,0 |
| 25/4 | 26,0 | 30,5 | 33,5 | 29,5 | 29,0 | 29,5 | 29,5 | 28,0 | 29,4 |
| 26/4 | 26,0 | 30,0 | 32,0 | 29,5 | 29,5 | 29,5 | 29,5 | 28,5 | 29,3 |
| 27/4 | 27,0 | 31,5 | 34,5 | 30,0 | 29,5 | 29,5 | 29,0 | 29,0 | 30,0 |
| 28/4 | 24,5 | 35,0 | 33,5 | 29,5 | 29,0 | 29,0 | 28,0 | 28,0 | 29,6 |
| 29/4 | 27,0 | 30,0 | 32,0 | 29,5 | 29,0 | 29,0 | 29,0 | 28,5 | 29,3 |
| 30/4 | 28,0 | 31,0 | 33,0 | 30,0 | 29,5 | 29,5 | 31,0 | 28,5 | 30,1 |
| 1/5 | 26,0 | 31,5 | 34,0 | 30,0 | 29,0 | 29,5 | 30,0 | 28,5 | 29,8 |
| 2/5 | 27,0 | 32,0 | 32,5 | 30,0 | 28,5 | 29,0 | 31,5 | 29,0 | 29,9 |
| 3/5 | 25,5 | 31,0 | 33,0 | 29,5 | 29,0 | 29,0 | 29,0 | 28,5 | 29,3 |
| 4/5 | 26,0 | 29,0 | 29,5 | 29,0 | 28,5 | 28,0 | 27,5 | 27,0 | 28,1 |
| 5/5 | 24,5 | 27,5 | 28,0 | 28,0 | 28,0 | 27,5 | 28,0 | 26,0 | 27,2 |
| 6/5 | 23,5 | 30,0 | 32,5 | 28,5 | 28,5 | 27,0 | 27,5 | 25,5 | 27,9 |
| 7/5 | 24,0 | 29,0 | 31,5 | 27,0 | | 27,0 | 26,0 | 25,5 | 27,1 |
| 8/5 | 27,0 | 30,0 | 31,0 | 28,5 | 28,5 | 29,0 | 28,5 | 28,0 | 28,8 |
| 9/5 | 24,5 | 30,0 | 33,0 | 29,0 | | 27,5 | 27,5 | 26,0 | 28,2 |
| Média horária | 26,4 | 30,7 | 32,2 | 29,5 | 29,2 | 29,0 | 29,2 | 27,9 | 29,2 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 23: Temperatura da fachada no ponto 17D2 - 18/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 06:00h. | 11:00h. | 12:00h. | 13:00h. | 14:00h. | 15:00h. | 16:00h. | 20:00h. | Média diária |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|
| 18/4 | 30,0 | 33,0 | 36,0 | 39,0 | 42,0 | 41,0 | 34,5 | 29,0 | 35,6 |
| 19/4 | 28,5 | 33,5 | 37,0 | 40,0 | 40,0 | 43,0 | 35,0 | 30,0 | 35,9 |
| 20/4 | 28,0 | 33,5 | 34,5 | 39,0 | 43,0 | 39,5 | 36,5 | 30,0 | 35,5 |
| 21/4 | 28,5 | 32,0 | 36,0 | 40,5 | 45,0 | 47,0 | 44,5 | 31,0 | 38,1 |
| 22/4 | 28,5 | 34,0 | 36,5 | 38,0 | 44,0 | 43,0 | 38,5 | 30,0 | 36,6 |
| 23/4 | 28,0 | 33,5 | 36,5 | 41,5 | 42,0 | 47,0 | 44,0 | 31,0 | 37,9 |
| 24/4 | 27,5 | 33,0 | 36,0 | 40,5 | 45,5 | 47,5 | 40,5 | 30,5 | 37,6 |
| 25/4 | 27,5 | 31,5 | 35,0 | 40,5 | 45,0 | 46,5 | 40,5 | 30,5 | 37,1 |
| 26/4 | 28,0 | 32,5 | 36,0 | 40,5 | 45,0 | 46,5 | 47,5 | 31,0 | 38,4 |
| 27/4 | 28,5 | 32,5 | 36,0 | 40,0 | 45,0 | 46,0 | 41,0 | 31,5 | 37,6 |
| 28/4 | 25,5 | 31,0 | 35,5 | 41,0 | 46,0 | 49,0 | 45,0 | 32,0 | 38,1 |
| 29/4 | 28,5 | 33,5 | 37,0 | 41,0 | 45,0 | 42,5 | 45,5 | 31,5 | 38,1 |
| 30/4 | 29,0 | 32,5 | 37,0 | 41,5 | 44,5 | 48,0 | 40,0 | 31,5 | 38,0 |
| 1/5 | 28,0 | 33,5 | 36,5 | 41,5 | 46,0 | 49,0 | 50,0 | 32,0 | 39,6 |
| 2/5 | 28,0 | 34,0 | 37,5 | 40,5 | 44,0 | 49,0 | 48,5 | 32,0 | 39,2 |
| 3/5 | 27,0 | 33,0 | 36,0 | 41,5 | 46,0 | 49,5 | 40,5 | 31,0 | 38,1 |
| 4/5 | 27,0 | 35,0 | 36,5 | 35,0 | 33,0 | 31,5 | 31,0 | 28,5 | 32,2 |
| 5/5 | 25,0 | 32,0 | 31,5 | 32,0 | 34,5 | 35,5 | 33,0 | 27,0 | 31,3 |
| 6/5 | 24,5 | 31,5 | 37,0 | 41,5 | 45,0 | 47,0 | 38,0 | 27,0 | 36,4 |
| 7/5 | 25,0 | 32,0 | 34,0 | 30,0 | | 31,5 | 30,0 | 28,5 | 30,1 |
| 8/5 | 28,5 | 32,5 | 35,0 | 39,5 | 34,5 | 36,0 | 33,0 | 29,5 | 33,6 |
| 9/5 | 26,0 | 31,5 | 35,5 | 40,0 | | 31,5 | 34,5 | 27,5 | 32,4 |
| Média horária | 27,5 | 32,8 | 35,8 | 39,3 | 42,8 | 43,0 | 39,6 | 30,1 | 36,4 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 24: Temperatura de fachada no ponto 25D2 (°C) - 18/04/05 à 09/05/05

| <div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);">Hora</div> <div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);">Data</div> | 6:00h. | 11:00h. | 12:00h. | 13:00h. | 14:00h. | 15:00h. | 16:00h. | 20:00h. | Média diária |
|--|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------|
| 18/4 | 30,5 | 35,5 | 40,0 | 47,5 | 46,5 | 44,0 | 39,0 | 30,0 | 39,1 |
| 19/4 | 29,5 | 36,0 | 40,0 | 48,0 | 47,0 | 44,5 | 38,0 | 32,0 | 39,4 |
| 20/4 | 29,0 | 35,0 | 38,0 | 43,0 | 50,0 | 44,5 | 41,5 | 32,0 | 39,1 |
| 21/4 | 29,5 | 34,5 | 39,5 | 47,5 | 54,0 | 58,5 | 53,5 | 29,5 | 43,3 |
| 22/4 | 30,0 | 37,0 | 39,5 | 43,5 | 51,5 | 54,0 | 45,0 | 33,5 | 41,8 |
| 23/4 | 29,5 | 37,5 | 39,5 | 47,5 | 50,5 | 55,0 | 53,0 | 34,0 | 43,3 |
| 24/4 | 29,0 | 36,0 | 40,0 | 47,0 | 53,0 | 56,0 | 47,5 | 33,0 | 42,7 |
| 25/4 | 28,5 | 34,0 | 39,5 | 46,5 | 52,5 | 55,5 | 47,5 | 33,0 | 42,1 |
| 26/4 | 28,5 | 34,5 | 39,0 | 46,5 | 50,5 | 55,0 | 53,0 | 33,5 | 42,6 |
| 27/4 | 29,5 | 34,0 | 40,0 | 45,5 | 52,5 | 56,5 | 54,5 | 34,0 | 43,3 |
| 28/4 | 27,0 | 33,0 | 38,5 | 45,5 | 52,5 | 57,0 | 49,5 | 34,0 | 42,1 |
| 29/4 | 29,5 | 36,5 | 41,0 | 48,0 | 53,0 | 50,5 | 53,5 | 34,5 | 43,3 |
| 30/4 | 31,0 | 36,0 | 41,0 | 47,5 | 52,5 | 57,0 | 48,0 | 34,0 | 43,4 |
| 1/5 | 29,0 | 35,0 | 40,5 | 47,0 | 53,5 | 58,5 | 59,0 | 34,5 | 44,6 |
| 2/5 | 29,5 | 37,0 | 40,5 | 44,5 | 50,5 | 57,5 | 57,0 | 35,0 | 43,9 |
| 3/5 | 28,0 | 35,5 | 40,0 | 47,5 | 53,5 | 57,5 | 46,5 | 34,0 | 42,8 |
| 4/5 | 28,5 | 37,5 | 38,5 | 38,0 | 36,5 | 34,0 | 33,5 | 29,0 | 34,4 |
| 5/5 | 25,0 | 35,0 | 34,5 | 35,5 | 39,5 | 38,0 | 35,0 | 28,0 | 33,8 |
| 6/5 | 24,5 | 33,5 | 40,0 | 47,5 | 54,5 | 57,0 | 43,5 | 30,0 | 41,3 |
| 7/5 | 26,0 | 33,0 | 38,0 | 32,0 | | 37,0 | 31,0 | 29,5 | 32,4 |
| 8/5 | 29,0 | 35,0 | 38,0 | 47,0 | 37,5 | 38,5 | 36,0 | 30,0 | 36,4 |
| 9/5 | 26,0 | 33,0 | 40,0 | 46,0 | | 34,5 | 37,0 | 28,0 | 34,9 |
| Média horária | 28,5 | 35,2 | 39,3 | 44,9 | 49,6 | 50,0 | 45,5 | 32,0 | 40,6 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 25: Temperatura do piso nos pontos A e B - 12/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 6:00 hs. | | 11:00 hs. | | 12:00 hs. | | 13:00 hs. | | 14:00 hs. | | 15:00 hs. | | 16:00 hs. | | 20:00 hs. | | Média Piso A | Média Piso B | Média total |
|---------------------|----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------------|-----------------|----------------|
| | PA | PB | PA | PB | PA | PB | PA | PB | PA | PB | PA | PB | PA | PB | PA | PB | | | |
| 12/4 | 26,0 | 26,0 | 46,0 | 44,5 | 45,0 | 41,5 | 37,0 | 36,0 | 33,5 | 34,5 | 33,0 | 33,0 | 32,0 | 32,5 | 30,0 | 30,0 | 35,3 | 34,8 | 35,0 |
| 13/4 | 27,0 | 28,0 | 43,5 | 41,0 | 40,0 | 41,0 | 38,5 | 37,5 | 35,0 | 35,0 | 33,5 | 33,5 | 32,5 | 33,0 | 30,0 | 30,5 | 35,0 | 34,9 | 35,0 |
| 14/4 | 27,0 | 28,0 | 42,0 | 41,0 | 37,5 | 40,0 | 37,0 | 37,5 | 35,0 | 36,5 | 36,0 | 35,0 | 32,5 | 33,5 | 30,0 | 30,5 | 34,6 | 35,3 | 34,9 |
| 15/4 | 26,0 | 26,5 | 44,5 | 44,0 | 45,5 | 42,0 | 38,0 | 38,0 | 35,0 | 35,5 | 33,5 | 34,0 | 32,0 | 33,0 | 28,0 | 29,0 | 35,3 | 35,3 | 35,3 |
| 16/4 | 27,0 | 27,5 | 32,5 | 34,0 | 34,5 | 35,0 | 35,0 | 35,5 | 35,5 | 35,0 | 31,5 | 33,5 | 31,0 | 33,0 | 29,0 | 30,5 | 32,0 | 33,0 | 32,5 |
| 17/4 | 26,0 | 27,0 | 45,0 | 42,5 | 48,0 | 42,5 | 39,0 | 38,0 | 36,0 | 36,0 | 34,5 | 34,5 | 32,5 | 32,5 | 29,5 | 30,0 | 36,3 | 35,4 | 35,8 |
| 18/4 | 28,0 | 28,0 | 44,0 | 41,0 | 47,0 | 42,0 | 38,5 | 37,0 | 37,5 | 37,0 | 36,0 | 36,0 | 34,0 | 34,0 | 29,5 | 29,5 | 36,8 | 35,6 | 36,2 |
| 19/4 | 27,0 | 27,5 | 43,0 | 42,0 | 49,0 | 44,0 | 38,5 | 38,0 | 36,0 | 36,0 | 35,5 | 36,0 | 34,0 | 34,0 | 30,0 | 30,0 | 36,6 | 35,9 | 36,3 |
| 20/4 | 27,0 | 27,0 | 38,5 | 38,5 | 37,5 | 37,5 | 35,5 | 36,0 | 33,5 | 34,0 | 32,5 | 33,0 | 31,5 | 32,0 | 29,5 | 29,5 | 33,2 | 33,4 | 33,3 |
| 21/4 | 26,5 | 27,0 | 44,5 | 42,0 | 49,5 | 42,0 | 39,0 | 37,0 | 35,0 | 34,5 | 34,0 | 33,5 | 33,0 | 32,0 | 30,0 | 30,0 | 36,4 | 34,8 | 35,6 |
| 22/4 | 28,0 | 28,0 | 42,0 | 39,0 | 44,0 | 39,5 | 38,5 | 37,0 | 35,5 | 34,5 | 33,5 | 33,0 | 32,5 | 32,5 | 29,5 | 29,5 | 35,4 | 34,1 | 34,8 |
| 23/4 | 27,0 | 27,0 | 45,0 | 41,5 | 45,5 | 42,5 | 38,5 | 38,0 | 36,0 | 35,5 | 34,0 | 34,0 | 32,0 | 32,5 | 30,0 | 30,0 | 36,0 | 35,1 | 35,6 |
| 24/4 | 27,0 | 27,0 | 45,5 | 41,0 | 52,0 | 44,5 | 39,5 | 37,5 | 36,0 | 34,5 | 34,0 | 33,5 | 33,5 | 33,5 | 29,5 | 29,5 | 37,1 | 35,1 | 36,1 |
| 25/4 | 27,0 | 27,0 | 46,0 | 41,0 | 53,0 | 43,0 | 39,5 | 37,0 | 35,5 | 34,0 | 34,0 | 33,5 | 33,0 | 33,0 | 29,5 | 29,5 | 37,2 | 34,8 | 36,0 |
| 26/4 | 27,0 | 26,5 | 44,0 | 39,5 | 48,0 | 42,5 | 39,0 | 37,0 | 36,5 | 35,0 | 34,0 | 33,5 | 33,0 | 33,0 | 30,5 | 30,5 | 36,5 | 34,7 | 35,6 |
| 27/4 | 27,5 | 27,5 | 44,0 | 41,0 | 52,0 | 44,0 | 39,0 | 36,5 | 37,0 | 34,5 | 34,0 | 33,0 | 32,5 | 32,0 | 30,5 | 30,5 | 37,1 | 34,9 | 36,0 |
| 28/4 | | | 39,5 | 39,0 | 48,5 | 43,0 | 37,0 | 36,0 | 34,0 | 33,5 | 32,5 | 33,0 | 31,5 | 32,0 | 29,5 | 29,5 | 36,1 | 35,1 | 35,6 |
| 29/4 | 26,5 | 27,0 | 39,0 | 38,5 | 47,0 | 41,5 | 37,0 | 36,5 | 33,5 | 34,0 | 31,0 | 33,0 | 30,5 | 32,5 | 28,0 | 29,0 | 34,1 | 34,0 | 34,0 |
| 30/4 | 28,0 | 28,0 | 43,0 | 39,5 | 51,5 | 45,5 | 38,0 | 36,5 | 35,5 | 35,0 | 33,5 | 33,5 | 33,0 | 33,0 | 30,0 | 30,0 | 36,6 | 35,1 | 35,8 |
| 1/5 | 27,5 | 27,5 | 42,5 | 40,0 | 52,0 | 45,5 | 39,5 | 37,5 | 35,5 | 34,5 | 34,0 | 33,0 | 32,5 | 32,5 | 29,5 | 29,5 | 36,6 | 35,0 | 35,8 |
| 2/5 | 27,5 | 27,5 | 43,0 | 40,0 | 47,5 | 44,0 | 39,0 | 37,5 | 36,5 | 36,0 | 34,0 | 34,0 | 33,5 | 33,5 | 30,5 | 30,5 | 36,4 | 35,4 | 35,9 |
| 3/5 | 26,5 | 26,5 | 44,0 | 40,0 | 49,0 | 46,0 | 38,0 | 37,0 | 35,0 | 34,0 | 33,5 | 33,0 | 33,0 | 33,0 | 30,0 | 30,0 | 36,1 | 34,9 | 35,5 |
| 4/5 | 25,5 | 25,5 | 31,0 | 32,5 | 33,5 | 35,0 | 33,0 | 34,0 | 32,0 | 33,0 | 31,0 | 31,5 | 30,5 | 31,0 | 28,0 | 28,0 | 30,6 | 31,3 | 30,9 |
| 5/5 | 25,0 | 25,0 | 31,0 | 30,5 | 31,5 | 31,5 | 32,5 | 32,0 | 32,0 | 31,5 | 31,0 | 30,5 | 30,5 | 30,0 | 27,0 | 27,0 | 30,1 | 29,8 | 29,9 |
| 6/5 | 24,0 | 24,0 | 42,5 | 38,5 | 49,0 | 42,5 | 38,5 | 36,0 | 34,5 | 33,5 | 32,0 | 31,0 | 31,5 | 31,0 | 25,5 | 26,5 | 34,7 | 32,9 | 33,8 |
| 7/5 | 23,5 | 23,5 | 36,5 | 36,5 | 45,5 | 42,5 | 31,5 | 31,5 | | | 28,5 | 29,0 | 26,0 | 26,5 | 25,5 | 26,0 | 31,0 | 30,8 | 30,9 |
| 8/5 | 27,0 | 27,0 | 36,5 | 37,0 | 40,0 | 39,5 | 34,5 | 34,5 | 33,5 | 33,5 | 32,0 | 33,0 | 30,5 | 31,5 | 29,0 | 29,0 | 32,9 | 33,1 | 33,0 |
| 9/5 | 24,0 | 24,5 | 37,5 | 38,5 | 48,5 | 44,5 | 38,5 | 37,0 | | | 30,0 | 31,0 | 28,5 | 30,0 | 26,0 | 26,5 | 33,3 | 33,1 | 33,2 |
| Média | 26,5 | 26,7 | 41,3 | 39,4 | 45,4 | 41,6 | 37,4 | 36,4 | 35,0 | 34,6 | 33,1 | 33,1 | 31,9 | 32,2 | 29,1 | 29,3 | 35,0 | 34,2 | 34,6 |
| Média no horário | 26,6 | | 40,4 | | 43,5 | | 36,9 | | 34,8 | | 33,1 | | 32,1 | | 29,2 | | | | 34,6 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 26: Temperatura do ar no ponto 4C (°C) - 12/04/05 à 09/05/05

| Data Hora | 12/4 | 13/4 | 14/4 | 15/4 | 16/4 | 17/4 | 18/4 | 19/4 | 20/4 | 21/4 | 22/4 | 23/4 | 24/4 | 25/4 | 26/4 | 27/4 | 28/4 | 29/4 | 30/4 | 1/5 | 2/5 | 3/5 | 4/5 | 5/5 | 6/5 | 7/5 | 8/5 | 9/5 | Média horária |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 00:00 | 27,9 | 28,0 | 28,5 | 27,3 | 28,0 | 27,4 | 28,1 | 27,8 | 28,4 | 28,3 | 28,2 | 28,2 | 27,4 | 28,1 | 27,9 | 28,4 | 28,8 | 28,3 | 28,3 | 28,3 | 28,2 | 26,8 | 28,3 | 26,0 | 25,0 | 25,1 | 27,9 | 26,2 | 27,7 |
| 01:00 | 27,8 | 28,0 | 28,2 | 26,7 | 27,5 | 27,8 | 28,1 | 27,8 | 28,3 | 28,2 | 28,1 | 28,1 | 27,8 | 27,9 | 27,1 | 28,3 | 28,6 | 28,2 | 28,2 | 28,1 | 28,1 | 26,8 | 28,2 | 25,6 | 24,7 | 24,8 | 27,8 | 25,9 | 27,5 |
| 02:00 | 27,8 | 28,0 | 28,3 | 27,8 | 28,0 | 27,8 | 27,9 | 27,3 | 28,2 | 28,1 | 28,0 | 27,9 | 27,8 | 27,9 | 26,3 | 27,8 | 28,6 | 28,2 | 28,2 | 28,0 | 28,0 | 26,6 | 27,6 | 25,4 | 24,4 | 24,6 | 27,8 | 25,4 | 27,4 |
| 03:00 | 26,4 | 27,9 | 28,2 | 28,1 | 28,1 | 26,9 | 27,9 | 27,8 | 28,1 | 27,9 | 27,9 | 27,9 | 26,9 | 26,6 | 26,4 | 27,3 | 26,2 | 28,2 | 28,1 | 27,9 | 27,9 | 26,4 | 26,5 | 25,1 | 24,3 | 24,4 | 27,8 | 25,1 | 27,1 |
| 04:00 | 25,8 | 27,9 | 27,8 | 28,2 | 27,9 | 27,4 | 27,9 | 27,8 | 27,8 | 27,9 | 27,9 | 27,6 | 26,2 | 26,1 | 25,9 | 27,0 | 25,6 | 28,2 | 28,0 | 27,9 | 27,0 | 26,3 | 25,9 | 24,9 | 24,2 | 24,5 | 27,7 | 24,9 | 26,9 |
| 05:00 | 25,5 | 27,9 | 28,1 | 27,9 | 27,9 | 27,8 | 27,9 | 27,9 | 27,8 | 27,9 | 27,9 | 26,6 | 26,4 | 26,2 | 25,9 | 26,8 | 25,0 | 27,9 | 28,1 | 26,9 | 26,6 | 26,1 | 25,9 | 24,9 | 24,0 | 24,5 | 27,8 | 24,6 | 26,7 |
| 06:00 | 25,5 | 27,9 | 28,2 | 27,1 | 28,1 | 27,8 | 27,1 | 28,1 | 28,1 | 27,9 | 27,9 | 26,5 | 26,5 | 26,2 | 26,3 | 26,9 | 24,8 | 26,9 | 28,1 | 26,6 | 26,4 | 26,0 | 25,8 | 24,6 | 24,1 | 24,5 | 26,9 | 24,6 | 26,6 |
| 07:00 | 26,8 | 28,5 | 28,7 | 29,0 | 28,8 | 28,4 | 28,5 | 28,6 | 28,5 | 28,4 | 28,4 | 27,8 | 26,5 | 26,6 | 27,1 | 27,6 | 25,0 | 27,1 | 28,4 | 26,9 | 26,7 | 26,8 | 25,9 | 25,3 | 24,8 | 24,9 | 27,3 | 25,4 | 27,2 |
| 08:00 | 27,8 | 29,0 | 29,2 | 29,1 | 28,9 | 28,6 | 28,6 | 28,9 | 28,8 | 28,7 | 28,6 | 28,7 | 27,1 | 27,6 | 27,9 | 28,6 | 25,5 | 28,4 | 28,8 | 28,1 | 28,1 | 27,9 | 26,9 | 26,2 | 25,9 | 26,3 | 28,3 | 26,5 | 28,0 |
| 09:00 | 30,1 | 30,1 | 29,5 | 30,0 | 28,5 | 29,0 | 29,1 | 29,4 | 29,1 | 29,0 | 28,9 | 29,0 | 28,4 | 28,1 | 28,4 | 29,1 | 25,8 | 28,9 | 29,1 | 28,5 | 28,9 | 28,8 | 27,9 | 27,2 | 27,1 | 27,4 | 28,3 | 27,6 | 28,6 |
| 10:00 | 31,6 | 30,6 | 29,8 | 30,6 | 29,0 | 29,9 | 30,5 | 30,9 | 29,9 | 30,5 | 30,1 | 30,6 | 31,1 | 30,4 | 29,9 | 30,9 | 28,2 | 29,6 | 30,2 | 31,4 | 30,6 | 29,2 | 27,8 | 26,6 | 28,8 | 28,4 | 29,7 | 29,9 | 29,9 |
| 11:00 | 31,5 | 31,9 | 30,8 | 30,6 | 29,8 | 29,9 | 29,9 | 30,9 | 30,3 | 30,6 | 30,1 | 30,8 | 30,4 | 30,3 | 30,1 | 30,9 | 29,4 | 31,6 | 30,2 | 31,9 | 31,5 | 29,6 | 28,8 | 26,9 | 29,0 | 29,2 | 29,4 | 30,4 | 30,2 |
| 12:00 | 30,9 | 30,6 | 29,9 | 30,5 | 30,3 | 29,6 | 29,7 | 30,6 | 29,8 | 29,9 | 29,9 | 29,6 | 29,6 | 29,3 | 30,4 | 30,3 | 29,4 | 30,6 | 29,9 | 30,4 | 30,9 | 29,4 | 28,9 | 27,1 | 28,6 | 28,8 | 29,4 | 29,1 | 29,8 |
| 13:00 | 30,6 | 30,1 | 29,9 | 30,1 | 30,1 | 29,5 | 29,8 | 30,4 | 29,9 | 29,9 | 29,6 | 29,3 | 29,6 | 29,4 | 30,5 | 29,8 | 29,5 | 30,2 | 29,9 | 29,9 | 30,4 | 29,6 | 28,1 | 26,9 | 28,7 | 27,9 | 29,6 | 29,3 | 29,6 |
| 14:00 | 30,1 | 30,1 | 29,8 | 29,9 | 29,6 | 29,4 | 29,6 | 30,3 | 29,8 | 29,9 | 29,6 | 29,1 | 29,4 | 29,0 | 30,4 | 29,9 | 29,6 | 29,6 | 29,8 | 29,9 | 30,2 | 29,8 | 27,6 | 27,7 | 28,4 | 27,1 | 29,1 | 27,3 | 29,4 |
| 15:00 | 29,6 | 29,9 | 29,4 | 29,9 | 27,9 | 29,3 | 29,6 | 29,8 | 29,4 | 29,4 | 29,3 | 29,2 | 29,3 | 28,8 | 30,1 | 29,8 | 29,5 | 29,4 | 29,6 | 30,1 | 30,1 | 29,6 | 27,6 | 27,8 | 28,1 | 27,4 | 29,1 | 26,5 | 29,1 |
| 16:00 | 29,3 | 29,8 | 29,2 | 29,6 | 28,6 | 29,1 | 28,6 | 29,2 | 29,3 | 28,9 | 28,9 | 28,9 | 28,9 | 28,4 | 29,8 | 29,6 | 29,2 | 29,3 | 29,3 | 29,6 | 29,9 | 29,0 | 27,9 | 27,6 | 27,6 | 27,4 | 28,8 | 27,3 | 28,9 |
| 17:00 | 29,1 | 29,2 | 29,1 | 29,2 | 28,1 | 28,8 | 28,8 | 28,8 | 28,9 | 28,2 | 28,6 | 28,7 | 28,4 | 28,2 | 29,0 | 29,1 | 28,9 | 28,9 | 29,0 | 28,9 | 29,2 | 28,7 | 27,8 | 27,4 | 27,3 | 27,9 | 28,6 | 27,1 | 28,6 |
| 18:00 | 28,8 | 28,9 | 28,8 | 28,9 | 28,4 | 28,5 | 27,9 | 28,8 | 28,8 | 28,1 | 28,4 | 28,5 | 28,4 | 28,1 | 28,9 | 28,9 | 28,6 | 28,5 | 28,8 | 28,7 | 29,0 | 28,8 | 27,8 | 27,3 | 26,4 | 28,1 | 28,4 | 26,9 | 28,4 |
| 19:00 | 28,7 | 28,8 | 28,8 | 28,8 | 28,7 | 28,4 | 28,0 | 28,6 | 28,8 | 28,1 | 28,4 | 28,3 | 28,4 | 28,1 | 28,8 | 29,0 | 28,6 | 28,6 | 28,8 | 28,6 | 29,0 | 28,8 | 27,8 | 27,3 | 25,9 | 28,1 | 28,4 | 26,6 | 28,3 |
| 20:00 | 28,6 | 28,8 | 28,7 | 27,2 | 28,4 | 28,3 | 27,2 | 28,6 | 28,6 | 28,2 | 28,4 | 28,3 | 28,4 | 28,1 | 28,6 | 28,9 | 28,7 | 28,0 | 28,6 | 28,4 | 28,9 | 28,6 | 27,3 | 26,4 | 25,6 | 28,1 | 28,2 | 26,4 | 28,1 |
| 21:00 | 28,5 | 28,6 | 28,1 | 27,8 | 27,0 | 28,3 | 25,7 | 28,6 | 28,5 | 28,4 | 28,4 | 28,2 | 28,3 | 28,0 | 28,6 | 28,9 | 28,8 | 28,5 | 28,6 | 28,4 | 28,6 | 28,6 | 26,8 | 26,0 | 25,4 | 28,1 | 27,9 | 26,2 | 27,9 |
| 22:00 | 28,4 | 28,6 | 27,9 | 28,3 | 26,9 | 28,2 | 26,0 | 28,6 | 28,5 | 28,3 | 28,3 | 28,1 | 28,1 | 27,9 | 28,6 | 28,9 | 28,1 | 28,4 | 28,5 | 28,3 | 27,4 | 28,4 | 26,6 | 25,8 | 25,8 | 27,4 | 27,9 | 25,8 | 27,8 |
| 23:00 | 27,7 | 28,5 | 27,6 | 26,9 | 27,0 | 28,1 | 26,4 | 28,6 | 28,4 | 28,2 | 28,3 | 28,1 | 28,1 | 27,9 | 28,5 | 28,9 | 28,3 | 28,4 | 28,4 | 28,2 | 26,9 | 28,4 | 26,3 | 25,5 | 25,3 | 27,9 | 27,1 | 25,7 | 27,6 |
| Média Diária | 28,5 | 29,1 | 28,9 | 28,7 | 28,4 | 28,5 | 28,3 | 28,9 | 28,8 | 28,7 | 28,7 | 28,5 | 28,2 | 28,1 | 28,4 | 28,8 | 27,9 | 28,7 | 28,9 | 28,7 | 28,7 | 28,1 | 27,3 | 26,3 | 26,2 | 26,8 | 28,3 | 26,7 | 28,2 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 27: Temperatura do ar no ponto 4D (°C) - 12/04/05 à 09/05/05

| Data Hora | 12/4 | 13/4 | 14/4 | 15/4 | 16/4 | 17/4 | 18/4 | 19/4 | 20/4 | 21/4 | 22/4 | 23/4 | 24/4 | 25/4 | 26/4 | 27/4 | 28/4 | 29/4 | 30/4 | 1/5 | 2/5 | 3/5 | 4/5 | 5/5 | 6/5 | 7/5 | 8/5 | 9/5 | Média horária |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 00:00 | 27,9 | 27,9 | 28,5 | 27,4 | 27,6 | 27,1 | 28,1 | 27,4 | 28,4 | 28,4 | 28,2 | 28,7 | 27,5 | 28,0 | 27,9 | 28,4 | 28,8 | 28,0 | 28,2 | 28,2 | 28,1 | 26,6 | 28,1 | 25,8 | 24,8 | 24,8 | 27,6 | 25,9 | 27,6 |
| 01:00 | 27,8 | 27,9 | 28,3 | 26,9 | 27,3 | 27,5 | 28,1 | 27,6 | 28,4 | 28,2 | 28,1 | 28,6 | 27,6 | 27,9 | 26,9 | 28,3 | 28,5 | 27,9 | 28,1 | 28,0 | 28,1 | 26,3 | 27,9 | 25,3 | 24,4 | 24,5 | 27,5 | 25,5 | 27,4 |
| 02:00 | 27,6 | 27,9 | 28,3 | 27,8 | 27,8 | 27,6 | 27,9 | 27,4 | 28,3 | 28,0 | 28,1 | 28,6 | 27,6 | 27,9 | 26,1 | 27,5 | 28,4 | 27,9 | 27,9 | 27,9 | 27,9 | 26,2 | 27,3 | 25,1 | 24,2 | 24,4 | 27,3 | 25,0 | 27,3 |
| 03:00 | 26,2 | 27,9 | 28,3 | 28,1 | 27,9 | 26,9 | 27,9 | 27,6 | 28,2 | 27,9 | 27,9 | 28,5 | 26,6 | 26,2 | 26,1 | 26,9 | 26,9 | 27,9 | 27,9 | 27,9 | 27,8 | 25,9 | 26,2 | 24,8 | 24,1 | 24,3 | 27,4 | 24,6 | 27,0 |
| 04:00 | 25,6 | 27,8 | 27,6 | 28,1 | 27,9 | 27,3 | 27,9 | 27,6 | 27,8 | 27,9 | 27,9 | 28,4 | 25,9 | 25,9 | 25,6 | 26,7 | 25,2 | 27,9 | 27,8 | 27,8 | 26,6 | 25,9 | 25,5 | 24,5 | 23,9 | 24,2 | 27,4 | 24,4 | 26,7 |
| 05:00 | 25,3 | 27,8 | 27,9 | 27,9 | 27,9 | 27,6 | 27,9 | 27,8 | 27,8 | 27,9 | 27,9 | 27,8 | 26,2 | 25,9 | 25,6 | 26,6 | 25,0 | 27,8 | 27,9 | 26,5 | 26,3 | 25,6 | 25,5 | 24,5 | 23,8 | 24,3 | 27,5 | 24,3 | 26,6 |
| 06:00 | 25,3 | 27,9 | 28,2 | 27,3 | 27,9 | 27,8 | 27,1 | 28,1 | 27,9 | 27,8 | 27,9 | 27,5 | 26,3 | 25,9 | 25,9 | 26,5 | 24,8 | 27,0 | 27,9 | 26,2 | 25,9 | 25,6 | 25,3 | 24,2 | 23,8 | 24,3 | 26,8 | 24,3 | 26,5 |
| 07:00 | 26,1 | 28,4 | 28,6 | 28,6 | 28,5 | 28,2 | 28,4 | 28,5 | 28,5 | 28,3 | 28,3 | 27,6 | 26,1 | 26,3 | 26,8 | 27,2 | 24,9 | 26,9 | 28,3 | 26,5 | 26,3 | 26,3 | 25,8 | 24,9 | 24,6 | 24,8 | 27,1 | 25,0 | 27,0 |
| 08:00 | 27,3 | 29,1 | 29,3 | 29,1 | 28,9 | 28,9 | 28,8 | 29,1 | 29,1 | 28,8 | 28,9 | 28,2 | 26,7 | 27,6 | 27,9 | 28,6 | 25,2 | 28,2 | 28,9 | 27,9 | 27,9 | 27,6 | 26,5 | 25,9 | 25,9 | 26,2 | 28,1 | 26,3 | 27,9 |
| 09:00 | 28,5 | 29,5 | 29,6 | 29,5 | 28,6 | 29,2 | 29,3 | 29,4 | 29,5 | 29,3 | 29,3 | 28,5 | 28,1 | 28,4 | 28,6 | 29,4 | 26,1 | 28,9 | 29,3 | 28,7 | 29,1 | 29,1 | 28,2 | 27,1 | 26,9 | 27,3 | 28,4 | 27,4 | 28,6 |
| 10:00 | 29,7 | 30,2 | 29,8 | 29,9 | 29,3 | 29,7 | 29,9 | 29,9 | 29,9 | 29,9 | 29,9 | 28,6 | 29,5 | 29,1 | 29,4 | 30,3 | 27,4 | 28,9 | 29,9 | 29,7 | 29,9 | 29,4 | 28,3 | 27,2 | 28,4 | 27,3 | 28,9 | 28,5 | 29,2 |
| 11:00 | 30,9 | 31,4 | 31,1 | 30,8 | 30,1 | 30,6 | 30,6 | 31,0 | 30,5 | 31,4 | 30,9 | 28,8 | 31,2 | 30,3 | 31,1 | 31,9 | 29,8 | 31,3 | 31,5 | 31,6 | 31,9 | 30,9 | 29,6 | 28,3 | 29,5 | 28,8 | 29,9 | 30,4 | 30,6 |
| 12:00 | 33,5 | 33,4 | 32,4 | 33,1 | 31,4 | 33,2 | 33,5 | 33,3 | 30,9 | 33,5 | 32,3 | 28,9 | 34,2 | 33,4 | 33,6 | 35,0 | 33,4 | 33,9 | 33,8 | 34,4 | 35,2 | 33,5 | 31,5 | 27,8 | 32,6 | 31,8 | 30,8 | 33,7 | 32,8 |
| 13:00 | 32,1 | 32,4 | 31,6 | 31,4 | 31,5 | 31,2 | 31,9 | 31,7 | 30,6 | 31,8 | 31,3 | 28,9 | 31,9 | 31,2 | 31,9 | 31,7 | 31,2 | 31,3 | 31,2 | 31,3 | 32,2 | 30,6 | 29,4 | 27,3 | 30,3 | 29,4 | 30,4 | 30,7 | 31,0 |
| 14:00 | 30,7 | 30,9 | 31,0 | 30,7 | 30,8 | 30,4 | 31,6 | 31,1 | 30,4 | 30,9 | 30,7 | 28,9 | 30,6 | 30,1 | 31,1 | 30,9 | 30,2 | 30,3 | 30,6 | 30,1 | 31,2 | 30,1 | 29,2 | 28,1 | 29,1 | 27,5 | 29,9 | 28,9 | 30,2 |
| 15:00 | 30,5 | 30,9 | 30,5 | 30,6 | 29,2 | 30,1 | 31,2 | 30,7 | 29,8 | 30,5 | 30,3 | 28,9 | 30,5 | 29,9 | 30,7 | 30,8 | 29,9 | 29,9 | 30,2 | 30,3 | 30,8 | 29,8 | 27,9 | 28,5 | 28,6 | 27,3 | 29,8 | 26,9 | 29,8 |
| 16:00 | 30,2 | 30,9 | 30,2 | 30,6 | 30,0 | 30,1 | 29,6 | 29,9 | 29,9 | 29,8 | 29,8 | 28,9 | 29,9 | 29,5 | 30,6 | 30,5 | 29,7 | 29,9 | 29,9 | 30,1 | 30,4 | 29,4 | 28,1 | 27,9 | 28,2 | 27,1 | 29,4 | 27,6 | 29,6 |
| 17:00 | 30,0 | 30,4 | 29,5 | 29,9 | 28,6 | 29,8 | 29,3 | 29,3 | 29,3 | 28,9 | 29,2 | 28,9 | 29,0 | 28,7 | 29,6 | 29,7 | 29,2 | 29,2 | 29,3 | 29,4 | 29,6 | 28,9 | 27,8 | 27,6 | 27,6 | 27,5 | 28,8 | 26,8 | 29,0 |
| 18:00 | 29,1 | 29,3 | 29,1 | 29,3 | 28,8 | 28,8 | 28,5 | 29,0 | 28,9 | 28,5 | 28,7 | 28,8 | 28,6 | 28,4 | 29,1 | 29,3 | 28,7 | 28,6 | 28,9 | 28,8 | 29,2 | 28,8 | 27,8 | 27,4 | 26,2 | 27,6 | 28,4 | 26,6 | 28,5 |
| 19:00 | 28,9 | 29,1 | 28,9 | 29,0 | 28,9 | 28,6 | 28,4 | 28,8 | 28,8 | 28,3 | 28,6 | 28,8 | 28,5 | 28,3 | 28,9 | 29,2 | 28,6 | 28,6 | 28,8 | 28,5 | 29,1 | 28,6 | 27,8 | 27,2 | 25,9 | 27,6 | 28,3 | 26,4 | 28,4 |
| 20:00 | 28,8 | 28,9 | 28,9 | 27,6 | 28,6 | 28,4 | 26,8 | 28,8 | 28,8 | 28,4 | 28,5 | 28,8 | 28,4 | 28,1 | 28,9 | 29,0 | 28,7 | 27,9 | 28,6 | 28,3 | 28,9 | 28,6 | 27,1 | 26,1 | 25,6 | 27,8 | 28,2 | 26,1 | 28,1 |
| 21:00 | 28,6 | 28,8 | 28,2 | 27,9 | 27,6 | 28,3 | 25,8 | 28,8 | 28,6 | 28,5 | 28,4 | 28,8 | 28,3 | 28,1 | 28,8 | 28,9 | 28,7 | 28,4 | 28,5 | 28,3 | 28,3 | 28,4 | 26,5 | 25,7 | 25,3 | 27,8 | 27,9 | 25,9 | 27,9 |
| 22:00 | 28,5 | 28,6 | 27,9 | 28,3 | 27,0 | 28,3 | 25,9 | 28,6 | 28,5 | 28,4 | 28,3 | 28,7 | 28,2 | 27,9 | 28,6 | 28,8 | 27,8 | 28,4 | 28,4 | 28,2 | 27,4 | 28,4 | 26,2 | 25,4 | 25,6 | 27,3 | 27,8 | 25,4 | 27,7 |
| 23:00 | 28,0 | 28,6 | 27,8 | 26,9 | 26,9 | 28,2 | 26,1 | 28,6 | 28,5 | 28,3 | 28,1 | 28,6 | 28,1 | 27,9 | 28,5 | 28,8 | 27,9 | 28,4 | 28,4 | 28,1 | 27,1 | 28,3 | 25,9 | 25,1 | 25,1 | 27,5 | 26,8 | 25,4 | 27,6 |
| Média Diária | 28,6 | 29,4 | 29,2 | 29,0 | 28,7 | 28,9 | 28,8 | 29,2 | 29,1 | 29,2 | 29,1 | 28,6 | 28,6 | 28,4 | 28,7 | 29,2 | 28,1 | 28,9 | 29,2 | 28,9 | 29,0 | 28,3 | 27,5 | 26,3 | 26,4 | 26,7 | 28,4 | 26,8 | 28,5 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 28: Temperatura do ar no ponto 17C (°C) - 12/04/05 à 09/05/05

| Data Hora | 12/4 | 13/4 | 14/4 | 15/4 | 16/4 | 17/4 | 18/4 | 19/4 | 20/4 | 21/4 | 22/4 | 23/4 | 24/4 | 25/4 | 26/4 | 27/4 | 28/4 | 29/4 | 30/4 | 1/5 | 2/5 | 3/5 | 4/5 | 5/5 | 6/5 | 7/5 | 8/5 | 9/5 | Média horária |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 00:00 | 27,6 | 27,9 | 28,1 | 26,9 | 27,9 | 27,2 | 27,8 | 27,6 | 28,1 | 27,9 | 27,9 | 27,9 | 27,2 | 27,6 | 27,6 | 28,0 | 28,3 | 28,1 | 28,0 | 28,0 | 27,9 | 26,9 | 27,9 | 25,8 | 24,8 | 24,9 | 27,6 | 25,9 | 27,4 |
| 01:00 | 27,6 | 27,8 | 27,9 | 26,6 | 27,4 | 27,6 | 27,8 | 27,6 | 27,9 | 27,8 | 27,8 | 27,8 | 27,5 | 27,6 | 26,9 | 27,9 | 28,2 | 27,9 | 27,9 | 27,9 | 27,9 | 26,6 | 27,9 | 25,4 | 24,4 | 24,6 | 27,5 | 25,6 | 27,3 |
| 02:00 | 27,4 | 27,8 | 27,9 | 27,6 | 27,8 | 27,6 | 27,6 | 26,9 | 27,9 | 27,8 | 27,6 | 27,6 | 27,5 | 27,5 | 26,1 | 27,5 | 28,1 | 27,9 | 27,9 | 27,8 | 27,8 | 26,4 | 27,5 | 25,2 | 24,2 | 24,4 | 27,5 | 25,2 | 27,1 |
| 03:00 | 26,2 | 27,8 | 27,9 | 27,8 | 27,8 | 26,7 | 27,5 | 27,5 | 27,8 | 27,6 | 27,6 | 27,5 | 26,8 | 26,4 | 26,2 | 26,9 | 25,3 | 27,9 | 27,7 | 27,7 | 27,6 | 26,2 | 26,4 | 24,8 | 24,1 | 24,3 | 27,4 | 24,9 | 26,8 |
| 04:00 | 25,5 | 27,6 | 27,8 | 27,9 | 27,8 | 27,3 | 27,6 | 27,6 | 27,3 | 27,6 | 27,5 | 27,3 | 25,9 | 25,8 | 25,7 | 26,8 | 25,3 | 27,9 | 27,6 | 27,6 | 26,7 | 26,1 | 25,9 | 24,6 | 23,9 | 24,3 | 27,4 | 24,8 | 26,6 |
| 05:00 | 25,3 | 27,7 | 27,8 | 27,6 | 27,7 | 27,5 | 27,6 | 27,6 | 27,6 | 27,6 | 27,5 | 26,3 | 26,3 | 25,9 | 25,6 | 26,7 | 24,5 | 27,6 | 27,7 | 26,6 | 26,4 | 25,9 | 25,6 | 24,6 | 23,8 | 24,4 | 27,5 | 24,4 | 26,5 |
| 06:00 | 25,4 | 28,1 | 28,1 | 26,9 | 28,1 | 27,8 | 27,3 | 27,9 | 28,1 | 27,9 | 27,8 | 26,7 | 26,3 | 26,2 | 27,1 | 27,9 | 24,2 | 26,6 | 28,1 | 27,6 | 26,3 | 25,8 | 25,9 | 24,5 | 23,9 | 24,3 | 26,4 | 24,6 | 26,6 |
| 07:00 | 29,4 | 29,0 | 28,9 | 29,8 | 29,6 | 28,9 | 28,8 | 29,4 | 29,2 | 29,0 | 29,0 | 29,9 | 26,4 | 29,3 | 30,4 | 31,2 | 24,8 | 26,9 | 29,3 | 28,2 | 28,9 | 29,6 | 25,9 | 27,4 | 27,2 | 27,0 | 27,4 | 28,1 | 28,5 |
| 08:00 | 29,9 | 29,9 | 30,1 | 30,1 | 29,2 | 29,2 | 29,2 | 29,8 | 29,4 | 29,4 | 29,6 | 29,5 | 27,8 | 29,4 | 30,3 | 30,2 | 25,8 | 29,3 | 29,3 | 31,1 | 31,6 | 30,9 | 29,3 | 28,1 | 28,7 | 28,1 | 28,9 | 30,2 | 29,4 |
| 09:00 | 30,6 | 30,6 | 29,9 | 30,5 | 28,8 | 29,3 | 29,4 | 30,3 | 29,5 | 29,6 | 29,4 | 29,6 | 29,5 | 29,2 | 29,6 | 30,3 | 25,5 | 29,8 | 29,9 | 30,6 | 30,4 | 29,9 | 28,3 | 27,4 | 29,6 | 28,4 | 28,8 | 29,4 | 29,4 |
| 10:00 | 30,6 | 30,6 | 29,6 | 30,2 | 28,9 | 29,6 | 29,3 | 30,4 | 29,8 | 30,1 | 29,9 | 30,1 | 30,1 | 29,6 | 29,4 | 30,3 | 28,2 | 28,9 | 29,9 | 30,6 | 30,1 | 29,1 | 27,8 | 26,4 | 28,6 | 27,5 | 29,3 | 28,9 | 29,4 |
| 11:00 | 30,4 | 30,7 | 30,1 | 29,9 | 29,6 | 29,3 | 29,1 | 30,1 | 29,6 | 29,8 | 29,8 | 29,9 | 29,7 | 28,6 | 29,6 | 29,8 | 28,9 | 30,5 | 30,1 | 30,4 | 30,5 | 29,3 | 28,9 | 26,7 | 27,8 | 28,1 | 29,2 | 29,1 | 29,5 |
| 12:00 | 30,4 | 30,3 | 29,9 | 30,1 | 30,2 | 29,4 | 29,6 | 30,1 | 29,4 | 29,8 | 29,8 | 29,4 | 29,6 | 28,7 | 30,0 | 29,8 | 28,9 | 30,4 | 30,0 | 30,1 | 30,5 | 29,5 | 28,9 | 26,6 | 28,2 | 28,2 | 29,2 | 29,1 | 29,5 |
| 13:00 | 30,4 | 30,3 | 30,1 | 29,9 | 30,2 | 29,5 | 29,6 | 30,2 | 29,6 | 29,9 | 29,4 | 29,4 | 29,6 | 28,9 | 30,4 | 29,4 | 29,3 | 30,2 | 30,3 | 30,0 | 30,2 | 29,7 | 27,8 | 25,9 | 28,4 | 27,6 | 29,8 | 28,6 | 29,5 |
| 14:00 | 30,4 | 30,4 | 29,9 | 30,0 | 29,6 | 29,5 | 29,4 | 30,3 | 29,8 | 29,6 | 29,9 | 29,1 | 29,4 | 28,9 | 30,5 | 29,6 | 29,7 | 29,9 | 30,1 | 30,3 | 30,0 | 30,0 | 27,5 | 26,9 | 28,3 | 26,8 | 28,9 | 26,6 | 29,3 |
| 15:00 | 29,9 | 29,9 | 29,4 | 29,9 | 27,9 | 29,5 | 29,5 | 29,7 | 29,3 | 29,1 | 29,4 | 29,1 | 29,1 | 28,6 | 30,1 | 29,4 | 29,8 | 29,3 | 29,9 | 30,3 | 30,1 | 29,9 | 27,0 | 27,4 | 27,9 | 27,4 | 29,1 | 26,3 | 29,1 |
| 16:00 | 29,3 | 29,9 | 29,2 | 29,6 | 28,3 | 29,1 | 28,5 | 29,1 | 29,2 | 28,4 | 28,8 | 28,7 | 28,7 | 28,2 | 29,6 | 29,2 | 29,3 | 29,5 | 29,4 | 29,7 | 29,8 | 29,0 | 27,3 | 27,3 | 27,2 | 27,4 | 28,6 | 27,3 | 28,8 |
| 17:00 | 28,9 | 29,1 | 28,8 | 28,9 | 27,8 | 28,6 | 28,5 | 28,5 | 28,7 | 27,6 | 28,3 | 28,3 | 28,1 | 27,8 | 28,7 | 28,6 | 28,8 | 28,8 | 28,9 | 28,8 | 28,9 | 28,6 | 27,2 | 26,9 | 26,8 | 27,9 | 28,3 | 27,3 | 28,3 |
| 18:00 | 28,5 | 28,6 | 28,5 | 28,7 | 27,9 | 28,2 | 27,5 | 28,5 | 28,5 | 27,6 | 28,1 | 28,1 | 28,0 | 27,7 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,3 | 28,6 | 28,4 | 28,8 | 28,6 | 27,3 | 26,9 | 26,0 | 27,9 | 28,1 | 26,9 | 28,1 |
| 19:00 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,1 | 27,6 | 28,4 | 28,4 | 27,6 | 28,1 | 27,9 | 28,0 | 27,7 | 28,3 | 28,5 | 28,4 | 28,3 | 28,5 | 28,3 | 28,8 | 28,4 | 27,3 | 26,9 | 25,6 | 27,8 | 28,1 | 26,6 | 28,0 |
| 20:00 | 28,4 | 28,4 | 28,3 | 26,8 | 28,1 | 28,0 | 26,9 | 28,3 | 28,3 | 27,9 | 28,1 | 27,9 | 27,9 | 27,7 | 28,3 | 28,5 | 28,4 | 27,9 | 28,3 | 28,2 | 28,6 | 28,3 | 27,1 | 26,1 | 25,2 | 27,9 | 27,9 | 26,4 | 27,8 |
| 21:00 | 28,2 | 28,4 | 27,9 | 27,5 | 26,4 | 27,9 | 24,9 | 28,3 | 28,2 | 28,1 | 28,1 | 27,9 | 27,9 | 27,7 | 28,2 | 28,4 | 28,5 | 28,3 | 28,3 | 28,1 | 28,3 | 28,2 | 26,6 | 25,8 | 25,2 | 27,8 | 27,4 | 26,1 | 27,6 |
| 22:00 | 28,1 | 28,3 | 27,3 | 27,9 | 26,8 | 27,9 | 25,8 | 28,3 | 28,2 | 27,9 | 27,9 | 27,8 | 27,8 | 27,6 | 28,2 | 28,5 | 27,8 | 28,2 | 28,2 | 27,9 | 27,8 | 28,1 | 26,4 | 25,5 | 25,3 | 27,1 | 27,8 | 25,8 | 27,5 |
| 23:00 | 27,1 | 28,1 | 27,3 | 27,2 | 26,9 | 27,8 | 26,2 | 28,2 | 28,1 | 27,9 | 27,9 | 27,8 | 27,7 | 27,6 | 28,1 | 28,4 | 28,1 | 28,1 | 28,1 | 27,9 | 27,3 | 28,1 | 25,9 | 25,2 | 25,1 | 27,6 | 26,8 | 25,6 | 27,4 |
| Média Diária | 28,5 | 29,0 | 28,7 | 28,6 | 28,3 | 28,4 | 28,0 | 28,8 | 28,7 | 28,5 | 28,6 | 28,4 | 28,0 | 27,9 | 28,5 | 28,8 | 27,6 | 28,6 | 28,8 | 28,8 | 28,8 | 28,3 | 27,2 | 26,2 | 26,3 | 26,7 | 28,1 | 26,8 | 28,1 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 29: Temperatura do ar no ponto 17D (°C) - 12/04/05 à 09/05/05

| Data Hora | 12/4 | 13/4 | 14/4 | 15/4 | 16/4 | 17/4 | 18/4 | 19/4 | 20/4 | 21/4 | 22/4 | 23/4 | 24/4 | 25/4 | 26/4 | 27/4 | 28/4 | 29/4 | 30/4 | 1/5 | 2/5 | 3/5 | 4/5 | 5/5 | 6/5 | 7/5 | 8/5 | 9/5 | Média horária |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 00:00 | 27,2 | 27,4 | 27,8 | 26,5 | 27,3 | 26,8 | 27,3 | 26,9 | 27,6 | 27,6 | 27,4 | 27,4 | 26,9 | 27,3 | 27,2 | 27,5 | 27,9 | 27,6 | 27,4 | 27,6 | 27,4 | 25,4 | 27,4 | 24,8 | 23,6 | 23,9 | 26,9 | 24,9 | 26,8 |
| 01:00 | 27,1 | 27,3 | 27,5 | 26,1 | 26,8 | 27,0 | 27,3 | 27,0 | 27,4 | 27,4 | 27,3 | 27,3 | 27,1 | 27,3 | 25,6 | 27,4 | 27,8 | 27,4 | 27,4 | 27,4 | 27,4 | 25,4 | 27,4 | 24,2 | 23,4 | 23,8 | 26,9 | 24,5 | 26,6 |
| 02:00 | 26,9 | 27,3 | 27,5 | 27,1 | 27,2 | 27,0 | 27,2 | 26,6 | 27,3 | 27,3 | 27,3 | 27,2 | 27,1 | 27,2 | 24,9 | 26,6 | 27,6 | 27,4 | 27,3 | 27,2 | 27,3 | 25,2 | 26,3 | 23,9 | 23,1 | 23,6 | 26,8 | 23,9 | 26,5 |
| 03:00 | 25,1 | 27,3 | 27,4 | 27,3 | 27,2 | 26,2 | 27,1 | 26,9 | 27,3 | 27,2 | 27,2 | 27,1 | 26,0 | 25,1 | 25,2 | 26,0 | 25,8 | 27,4 | 27,2 | 27,2 | 27,1 | 25,0 | 25,2 | 23,7 | 23,0 | 23,4 | 26,8 | 23,6 | 26,1 |
| 04:00 | 24,6 | 27,1 | 27,1 | 27,5 | 27,2 | 26,6 | 27,1 | 27,0 | 27,1 | 27,2 | 27,1 | 26,9 | 24,9 | 24,8 | 24,3 | 25,9 | 24,4 | 27,3 | 27,2 | 27,1 | 25,8 | 24,9 | 24,6 | 23,5 | 22,9 | 23,4 | 26,8 | 23,4 | 25,8 |
| 05:00 | 24,2 | 27,1 | 27,3 | 27,2 | 27,1 | 26,9 | 27,1 | 27,1 | 27,0 | 27,1 | 27,0 | 25,3 | 25,5 | 24,9 | 24,5 | 25,8 | 24,4 | 27,2 | 27,2 | 25,6 | 25,4 | 24,6 | 24,8 | 23,5 | 22,7 | 23,5 | 26,8 | 23,3 | 25,7 |
| 06:00 | 24,4 | 27,4 | 27,5 | 26,6 | 27,4 | 27,2 | 26,5 | 27,4 | 27,3 | 27,4 | 27,3 | 25,4 | 25,4 | 24,9 | 25,3 | 25,9 | 24,1 | 26,4 | 27,4 | 25,6 | 25,2 | 24,6 | 24,5 | 23,3 | 22,9 | 23,6 | 26,1 | 23,4 | 25,7 |
| 07:00 | 26,3 | 28,4 | 28,4 | 28,9 | 28,8 | 28,4 | 28,4 | 28,6 | 28,3 | 28,4 | 28,4 | 27,8 | 25,5 | 26,2 | 27,0 | 27,4 | 24,6 | 26,8 | 28,5 | 26,3 | 26,4 | 26,4 | 25,5 | 24,4 | 24,1 | 24,6 | 27,0 | 25,0 | 27,0 |
| 08:00 | 28,4 | 29,6 | 29,8 | 29,6 | 29,0 | 29,3 | 29,3 | 29,3 | 29,0 | 29,2 | 29,3 | 29,5 | 26,3 | 28,5 | 28,9 | 29,3 | 24,9 | 29,0 | 29,3 | 29,1 | 28,9 | 28,7 | 26,7 | 25,8 | 25,9 | 27,0 | 28,6 | 26,7 | 28,4 |
| 09:00 | 29,8 | 30,4 | 29,9 | 30,2 | 28,9 | 29,3 | 29,9 | 29,9 | 29,5 | 29,8 | 29,5 | 29,7 | 28,9 | 29,6 | 29,6 | 29,9 | 25,4 | 29,9 | 30,2 | 30,1 | 30,3 | 30,3 | 29,0 | 27,0 | 27,5 | 28,2 | 28,6 | 28,6 | 29,3 |
| 10:00 | 30,5 | 30,7 | 29,9 | 30,1 | 29,6 | 29,8 | 30,4 | 30,4 | 29,9 | 30,0 | 30,3 | 30,6 | 30,5 | 29,7 | 29,8 | 30,3 | 27,8 | 29,4 | 30,4 | 30,7 | 30,4 | 29,8 | 28,5 | 26,9 | 28,9 | 27,6 | 29,3 | 29,3 | 29,7 |
| 11:00 | 30,8 | 31,2 | 30,8 | 30,4 | 30,7 | 29,9 | 30,2 | 30,8 | 30,0 | 30,3 | 30,6 | 30,9 | 30,6 | 29,3 | 29,9 | 30,2 | 28,9 | 31,1 | 30,6 | 30,8 | 30,9 | 30,0 | 30,1 | 27,9 | 28,4 | 28,4 | 29,7 | 29,6 | 30,1 |
| 12:00 | 32,6 | 32,5 | 31,5 | 31,8 | 31,8 | 31,4 | 31,9 | 32,3 | 30,3 | 31,9 | 31,9 | 31,4 | 32,2 | 31,1 | 32,2 | 31,3 | 30,9 | 32,6 | 32,2 | 32,7 | 32,6 | 31,6 | 31,5 | 27,2 | 30,8 | 30,2 | 30,4 | 31,4 | 31,5 |
| 13:00 | 33,8 | 33,6 | 32,9 | 32,3 | 33,2 | 32,0 | 32,7 | 33,0 | 31,4 | 32,9 | 31,9 | 31,9 | 33,2 | 32,6 | 33,4 | 31,7 | 32,7 | 33,2 | 33,3 | 33,6 | 32,9 | 32,7 | 29,5 | 27,8 | 32,2 | 28,6 | 32,5 | 32,2 | 32,3 |
| 14:00 | 34,3 | 33,6 | 32,3 | 32,9 | 32,8 | 32,7 | 32,1 | 33,6 | 32,3 | 33,7 | 33,3 | 31,6 | 33,6 | 32,9 | 34,3 | 32,4 | 33,6 | 32,9 | 33,1 | 34,3 | 32,7 | 33,6 | 29,0 | 27,9 | 32,0 | 27,3 | 30,3 | 28,7 | 32,3 |
| 15:00 | 33,5 | 33,2 | 30,9 | 33,0 | 28,8 | 32,4 | 31,9 | 31,8 | 30,6 | 33,3 | 32,9 | 33,2 | 32,9 | 32,1 | 33,9 | 32,3 | 34,2 | 30,9 | 33,6 | 34,5 | 33,8 | 34,1 | 27,5 | 29,6 | 31,9 | 28,2 | 31,2 | 26,6 | 31,9 |
| 16:00 | 31,8 | 33,4 | 30,8 | 32,9 | 30,9 | 32,2 | 29,0 | 29,8 | 31,0 | 32,2 | 30,8 | 31,9 | 31,0 | 31,3 | 33,5 | 32,3 | 33,3 | 32,8 | 31,4 | 34,8 | 34,5 | 31,6 | 27,9 | 27,9 | 28,9 | 27,4 | 29,6 | 27,8 | 31,2 |
| 17:00 | 29,9 | 30,6 | 28,8 | 29,8 | 27,9 | 29,9 | 28,4 | 28,6 | 28,8 | 28,9 | 28,9 | 29,5 | 28,6 | 28,2 | 29,3 | 29,1 | 29,8 | 29,3 | 29,6 | 29,8 | 29,8 | 28,8 | 27,1 | 26,9 | 27,1 | 27,3 | 28,3 | 26,4 | 28,8 |
| 18:00 | 28,5 | 28,7 | 28,2 | 28,6 | 27,9 | 28,3 | 27,4 | 28,2 | 28,2 | 27,9 | 28,1 | 28,3 | 28,1 | 27,8 | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,1 | 28,5 | 28,4 | 28,9 | 28,4 | 27,1 | 26,6 | 25,9 | 27,3 | 27,8 | 25,9 | 27,9 |
| 19:00 | 28,3 | 28,3 | 28,1 | 28,1 | 28,1 | 28,0 | 27,3 | 28,0 | 28,1 | 27,8 | 27,9 | 27,9 | 27,9 | 27,5 | 28,1 | 28,3 | 28,3 | 27,9 | 28,4 | 28,3 | 28,6 | 28,2 | 27,0 | 26,3 | 25,4 | 27,1 | 27,7 | 25,5 | 27,7 |
| 20:00 | 28,1 | 28,2 | 27,9 | 26,8 | 27,8 | 27,9 | 25,6 | 27,9 | 27,9 | 27,8 | 27,8 | 27,8 | 27,8 | 27,4 | 27,9 | 28,3 | 28,2 | 27,5 | 28,1 | 28,0 | 28,4 | 28,1 | 26,1 | 25,1 | 25,1 | 27,2 | 27,5 | 25,3 | 27,4 |
| 21:00 | 27,9 | 28,1 | 27,5 | 27,3 | 26,3 | 27,7 | 24,9 | 27,8 | 27,8 | 27,8 | 27,6 | 27,6 | 27,6 | 27,4 | 27,9 | 28,1 | 28,2 | 27,9 | 27,9 | 27,8 | 27,7 | 27,9 | 25,6 | 24,7 | 25,0 | 27,2 | 27,3 | 25,0 | 27,2 |
| 22:00 | 27,8 | 27,9 | 27,3 | 27,6 | 26,1 | 27,6 | 25,2 | 27,8 | 27,8 | 27,6 | 27,5 | 27,5 | 27,5 | 27,3 | 27,8 | 28,1 | 27,5 | 27,8 | 27,9 | 27,6 | 26,6 | 27,8 | 25,2 | 24,4 | 25,1 | 26,5 | 27,2 | 24,6 | 27,0 |
| 23:00 | 27,1 | 27,8 | 26,9 | 26,6 | 26,2 | 27,4 | 25,7 | 27,7 | 27,7 | 27,5 | 27,4 | 27,4 | 27,3 | 27,3 | 27,6 | 28,0 | 27,6 | 27,6 | 27,8 | 27,5 | 26,1 | 27,6 | 24,9 | 24,1 | 24,4 | 26,9 | 25,9 | 24,8 | 26,8 |
| Média Diária | 28,7 | 29,5 | 28,9 | 29,0 | 28,5 | 28,8 | 28,3 | 28,9 | 28,7 | 29,1 | 29,0 | 28,8 | 28,4 | 28,2 | 28,6 | 28,8 | 28,2 | 29,0 | 29,3 | 29,3 | 29,0 | 28,4 | 27,0 | 25,7 | 26,3 | 26,3 | 28,2 | 26,3 | 28,3 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 30: Temperatura do ar no ponto 25D (°C) - 12/04/05 à 09/05/05

| Data Hora | 12/4 | 13/4 | 14/4 | 15/4 | 16/4 | 17/4 | 18/4 | 19/4 | 20/4 | 21/4 | 22/4 | 23/4 | 24/4 | 25/4 | 26/4 | 27/4 | 28/4 | 29/4 | 30/4 | 1/5 | 2/5 | 3/5 | 4/5 | 5/5 | 6/5 | 7/5 | 8/5 | 9/5 | Média horária |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 00:00 | 27,6 | 27,9 | 28,3 | 27,2 | 27,9 | 27,4 | 27,9 | 27,4 | 28,0 | 28,0 | 27,9 | 27,9 | 27,6 | 27,9 | 27,8 | 28,2 | 28,5 | 28,3 | 28,1 | 28,1 | 28,1 | 25,8 | 27,9 | 25,1 | 24,0 | 24,4 | 27,2 | 25,4 | 27,4 |
| 01:00 | 27,5 | 27,8 | 28,1 | 26,9 | 27,4 | 27,6 | 27,9 | 27,5 | 27,9 | 27,9 | 27,8 | 27,8 | 27,6 | 27,8 | 26,1 | 28,0 | 28,4 | 28,1 | 28,0 | 27,9 | 28,1 | 25,7 | 27,9 | 24,6 | 23,8 | 24,1 | 27,0 | 24,9 | 27,1 |
| 02:00 | 27,4 | 27,8 | 28,1 | 27,5 | 27,8 | 27,6 | 27,8 | 27,3 | 27,8 | 27,8 | 27,8 | 27,6 | 27,6 | 27,6 | 25,3 | 27,0 | 28,2 | 28,1 | 27,9 | 27,8 | 27,9 | 25,5 | 26,9 | 24,3 | 23,5 | 23,9 | 26,9 | 24,2 | 27,0 |
| 03:00 | 25,6 | 27,6 | 27,9 | 27,8 | 27,8 | 26,9 | 27,7 | 27,4 | 27,7 | 27,8 | 27,6 | 27,6 | 26,6 | 25,4 | 25,6 | 26,4 | 26,6 | 28,0 | 27,9 | 27,6 | 27,8 | 25,4 | 25,6 | 24,1 | 23,4 | 23,8 | 26,9 | 23,9 | 26,6 |
| 04:00 | 25,1 | 27,5 | 27,6 | 27,8 | 27,6 | 27,2 | 27,7 | 27,4 | 27,5 | 27,6 | 27,5 | 27,5 | 25,1 | 25,3 | 24,7 | 26,4 | 24,9 | 27,9 | 27,8 | 27,5 | 26,0 | 25,2 | 25,0 | 23,8 | 23,2 | 23,8 | 26,9 | 23,8 | 26,3 |
| 05:00 | 24,6 | 27,5 | 27,8 | 27,6 | 27,5 | 27,4 | 27,6 | 27,4 | 27,5 | 27,7 | 27,5 | 25,9 | 26,1 | 25,4 | 24,9 | 26,3 | 25,3 | 27,8 | 27,8 | 26,2 | 25,9 | 24,9 | 25,4 | 23,9 | 23,0 | 23,8 | 27,1 | 23,8 | 26,2 |
| 06:00 | 24,8 | 27,9 | 27,9 | 27,2 | 27,8 | 27,8 | 27,4 | 27,9 | 27,8 | 27,9 | 27,7 | 26,1 | 26,0 | 25,3 | 25,8 | 26,4 | 25,1 | 27,4 | 28,0 | 25,9 | 25,6 | 25,1 | 25,1 | 23,6 | 23,3 | 23,9 | 26,7 | 23,8 | 26,3 |
| 07:00 | 26,8 | 29,3 | 29,2 | 29,6 | 29,4 | 29,1 | 29,3 | 29,1 | 29,1 | 29,3 | 29,1 | 28,3 | 25,7 | 26,5 | 27,4 | 27,8 | 25,9 | 28,1 | 29,4 | 26,8 | 26,6 | 26,8 | 25,9 | 24,7 | 24,5 | 25,1 | 27,9 | 25,3 | 27,6 |
| 08:00 | 29,2 | 30,9 | 30,8 | 30,4 | 29,8 | 30,4 | 30,4 | 30,2 | 30,4 | 30,5 | 30,4 | 30,8 | 26,3 | 29,4 | 30,1 | 30,3 | 25,3 | 30,2 | 30,4 | 29,6 | 29,8 | 29,2 | 27,3 | 26,1 | 26,1 | 27,8 | 29,3 | 27,1 | 29,2 |
| 09:00 | 31,2 | 31,7 | 30,9 | 31,1 | 29,9 | 30,6 | 31,2 | 31,0 | 30,9 | 31,2 | 30,9 | 31,2 | 29,9 | 31,4 | 31,2 | 31,1 | 26,4 | 31,2 | 31,8 | 31,4 | 31,4 | 31,8 | 30,1 | 27,6 | 27,8 | 28,8 | 29,5 | 29,3 | 30,4 |
| 10:00 | 31,9 | 32,4 | 31,0 | 31,3 | 30,9 | 31,2 | 32,0 | 31,7 | 31,4 | 31,6 | 31,9 | 32,2 | 31,9 | 31,2 | 31,5 | 31,4 | 28,9 | 31,1 | 32,3 | 31,8 | 31,8 | 31,8 | 30,1 | 28,1 | 30,3 | 28,6 | 30,4 | 31,0 | 31,1 |
| 11:00 | 32,4 | 33,3 | 32,6 | 32,0 | 31,6 | 31,6 | 31,9 | 32,2 | 31,4 | 32,4 | 32,8 | 32,8 | 32,9 | 31,8 | 33,1 | 31,8 | 31,0 | 33,2 | 33,2 | 32,3 | 32,6 | 32,5 | 31,5 | 29,9 | 31,1 | 30,4 | 31,2 | 31,9 | 32,1 |
| 12:00 | 33,3 | 34,1 | 33,5 | 33,4 | 33,0 | 32,9 | 33,8 | 33,6 | 31,9 | 33,9 | 33,8 | 33,8 | 34,3 | 33,2 | 34,1 | 32,7 | 32,6 | 34,4 | 34,4 | 33,9 | 33,9 | 33,5 | 33,0 | 28,8 | 32,8 | 32,2 | 31,6 | 33,6 | 33,2 |
| 13:00 | 34,6 | 35,6 | 35,7 | 34,5 | 34,1 | 33,9 | 34,9 | 34,7 | 32,9 | 35,3 | 34,1 | 34,3 | 35,1 | 34,8 | 34,9 | 33,3 | 34,1 | 34,8 | 35,4 | 34,8 | 34,2 | 34,3 | 30,8 | 28,6 | 34,3 | 30,1 | 34,4 | 34,6 | 34,0 |
| 14:00 | 35,9 | 36,2 | 34,6 | 35,4 | 34,2 | 34,6 | 34,4 | 35,2 | 34,1 | 35,9 | 36,3 | 34,1 | 35,4 | 35,5 | 35,9 | 34,3 | 35,2 | 35,3 | 35,4 | 35,4 | 34,6 | 35,4 | 30,6 | 29,0 | 34,6 | 28,3 | 31,6 | 31,3 | 34,2 |
| 15:00 | 35,9 | 36,4 | 32,6 | 34,9 | 30,3 | 34,1 | 33,9 | 33,2 | 32,3 | 35,8 | 35,9 | 35,7 | 34,9 | 35,1 | 35,9 | 34,5 | 35,7 | 32,9 | 35,9 | 35,9 | 35,7 | 35,8 | 28,6 | 31,0 | 34,7 | 29,9 | 32,5 | 28,0 | 33,9 |
| 16:00 | 33,6 | 35,9 | 32,8 | 35,5 | 32,2 | 34,2 | 30,4 | 30,9 | 32,9 | 34,8 | 33,4 | 33,9 | 32,6 | 33,9 | 34,9 | 34,2 | 34,3 | 35,3 | 32,6 | 35,6 | 35,9 | 33,0 | 28,9 | 29,1 | 31,4 | 28,2 | 30,9 | 29,1 | 32,9 |
| 17:00 | 31,4 | 32,3 | 29,9 | 31,4 | 28,9 | 31,9 | 29,4 | 29,6 | 29,8 | 31,0 | 29,9 | 31,6 | 29,9 | 29,9 | 30,9 | 30,2 | 30,9 | 31,9 | 30,8 | 33,0 | 31,6 | 29,7 | 27,9 | 27,8 | 28,6 | 28,1 | 29,3 | 26,9 | 30,2 |
| 18:00 | 29,5 | 29,7 | 28,9 | 29,4 | 28,7 | 29,2 | 28,1 | 28,9 | 28,8 | 29,3 | 28,8 | 29,2 | 28,8 | 28,8 | 29,1 | 29,1 | 29,4 | 29,2 | 29,3 | 29,4 | 29,7 | 29,2 | 27,8 | 27,3 | 27,1 | 27,6 | 28,2 | 26,3 | 28,7 |
| 19:00 | 28,9 | 29,3 | 28,8 | 28,9 | 28,8 | 28,9 | 28,1 | 28,6 | 28,6 | 28,9 | 28,5 | 28,7 | 28,6 | 28,5 | 28,9 | 29,1 | 29,2 | 28,9 | 28,9 | 29,1 | 29,4 | 28,9 | 27,6 | 26,8 | 26,4 | 27,5 | 28,1 | 25,9 | 28,5 |
| 20:00 | 28,8 | 29,0 | 28,6 | 27,8 | 28,3 | 28,5 | 26,1 | 28,4 | 28,5 | 28,6 | 28,4 | 28,5 | 28,4 | 28,3 | 28,6 | 29,0 | 29,0 | 28,6 | 28,7 | 28,8 | 29,2 | 28,6 | 26,6 | 25,6 | 25,9 | 27,4 | 27,8 | 25,6 | 28,1 |
| 21:00 | 28,5 | 28,8 | 28,3 | 28,0 | 27,1 | 28,3 | 25,6 | 28,3 | 28,4 | 28,4 | 28,3 | 28,3 | 28,2 | 28,1 | 28,4 | 28,8 | 28,9 | 28,6 | 28,5 | 28,6 | 28,6 | 28,4 | 25,9 | 25,1 | 25,9 | 27,4 | 27,8 | 25,3 | 27,8 |
| 22:00 | 28,4 | 28,5 | 28,0 | 28,3 | 26,9 | 28,2 | 25,6 | 28,3 | 28,3 | 28,3 | 28,1 | 28,1 | 28,1 | 27,9 | 28,4 | 28,7 | 28,3 | 28,4 | 28,4 | 28,3 | 27,4 | 28,3 | 25,6 | 24,8 | 25,9 | 27,0 | 27,5 | 25,0 | 27,6 |
| 23:00 | 27,9 | 28,4 | 27,6 | 27,4 | 27,1 | 28,1 | 26,3 | 28,2 | 28,1 | 28,0 | 27,9 | 28,0 | 27,9 | 27,9 | 28,3 | 28,7 | 28,3 | 28,3 | 28,3 | 28,3 | 26,3 | 28,3 | 25,3 | 24,4 | 24,8 | 27,1 | 26,4 | 25,2 | 27,4 |
| Média Diária | 29,6 | 30,7 | 30,0 | 30,1 | 29,4 | 29,9 | 29,4 | 29,8 | 29,7 | 30,3 | 30,1 | 30,0 | 29,4 | 29,5 | 29,7 | 29,7 | 29,2 | 30,3 | 30,4 | 30,2 | 29,9 | 29,3 | 27,8 | 26,4 | 27,4 | 27,1 | 28,9 | 27,1 | 29,3 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 31: Umidade relativa do ar no ponto 4C (%) - 12/04/05 à 09/05/05

| Data Hora | 12/4 | 13/4 | 14/4 | 15/4 | 16/4 | 17/4 | 18/4 | 19/4 | 20/4 | 21/4 | 22/4 | 23/4 | 24/4 | 25/4 | 26/4 | 27/4 | 28/4 | 29/4 | 30/4 | 1/5 | 2/5 | 3/5 | 4/5 | 5/5 | 6/5 | 7/5 | 8/5 | 9/5 | Média horária |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 00:00 | 70 | 73 | 72 | 79 | 75 | 76 | 71 | 75 | 72 | 71 | 70 | 72 | 73 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 75 | 69 | 74 | 76 | 71 | 78 | 79 | 85 | 72 | 77 | 74,1 |
| 01:00 | 70 | 73 | 72 | 82 | 76 | 74 | 73 | 75 | 72 | 71 | 70 | 71 | 71 | 69 | 76 | 73 | 75 | 75 | 75 | 70 | 74 | 76 | 72 | 79 | 80 | 85 | 70 | 79 | 74,2 |
| 02:00 | 71 | 70 | 73 | 75 | 75 | 75 | 71 | 75 | 72 | 71 | 70 | 70 | 72 | 70 | 76 | 75 | 76 | 76 | 75 | 70 | 73 | 76 | 73 | 79 | 82 | 85 | 69 | 80 | 74,1 |
| 03:00 | 75 | 70 | 74 | 74 | 74 | 77 | 74 | 78 | 72 | 74 | 70 | 72 | 73 | 76 | 75 | 76 | 79 | 76 | 75 | 70 | 73 | 76 | 78 | 80 | 82 | 85 | 70 | 81 | 75,3 |
| 04:00 | 77 | 71 | 74 | 72 | 74 | 76 | 73 | 76 | 72 | 71 | 71 | 72 | 74 | 77 | 78 | 77 | 81 | 76 | 74 | 69 | 76 | 77 | 79 | 80 | 81 | 86 | 72 | 83 | 75,7 |
| 05:00 | 78 | 71 | 73 | 75 | 73 | 72 | 72 | 75 | 74 | 73 | 70 | 75 | 72 | 79 | 78 | 78 | 82 | 73 | 74 | 74 | 77 | 78 | 81 | 80 | 81 | 86 | 72 | 82 | 76,0 |
| 06:00 | 78 | 72 | 72 | 73 | 72 | 72 | 74 | 74 | 73 | 71 | 70 | 76 | 72 | 78 | 76 | 78 | 84 | 75 | 73 | 76 | 78 | 79 | 81 | 81 | 81 | 85 | 79 | 83 | 76,3 |
| 07:00 | 76 | 71 | 71 | 72 | 72 | 69 | 70 | 70 | 72 | 71 | 70 | 74 | 73 | 77 | 74 | 76 | 81 | 79 | 70 | 76 | 78 | 76 | 79 | 78 | 78 | 84 | 78 | 81 | 74,9 |
| 08:00 | 74 | 70 | 70 | 71 | 71 | 68 | 68 | 70 | 72 | 69 | 67 | 71 | 73 | 74 | 73 | 73 | 83 | 76 | 71 | 73 | 75 | 73 | 77 | 76 | 74 | 82 | 68 | 79 | 72,9 |
| 09:00 | 68 | 67 | 68 | 68 | 75 | 69 | 67 | 69 | 72 | 67 | 66 | 69 | 71 | 73 | 74 | 71 | 82 | 70 | 70 | 71 | 73 | 72 | 73 | 73 | 72 | 78 | 67 | 76 | 71,1 |
| 10:00 | 63 | 66 | 68 | 65 | 70 | 64 | 64 | 64 | 69 | 64 | 63 | 65 | 62 | 66 | 70 | 65 | 74 | 71 | 67 | 63 | 68 | 72 | 74 | 78 | 69 | 77 | 59 | 69 | 67,5 |
| 11:00 | 62 | 62 | 65 | 65 | 64 | 63 | 66 | 65 | 69 | 63 | 62 | 64 | 60 | 64 | 70 | 65 | 68 | 65 | 66 | 60 | 64 | 67 | 71 | 75 | 68 | 72 | 63 | 67 | 65,5 |
| 12:00 | 64 | 65 | 66 | 65 | 61 | 65 | 66 | 65 | 71 | 63 | 64 | 68 | 62 | 67 | 68 | 66 | 71 | 68 | 67 | 63 | 65 | 67 | 69 | 76 | 67 | 74 | 63 | 72 | 66,7 |
| 13:00 | 64 | 65 | 69 | 66 | 67 | 64 | 66 | 65 | 68 | 63 | 64 | 69 | 65 | 68 | 67 | 70 | 72 | 68 | 68 | 66 | 66 | 68 | 71 | 75 | 68 | 77 | 62 | 72 | 67,6 |
| 14:00 | 65 | 67 | 68 | 67 | 68 | 65 | 67 | 67 | 68 | 64 | 63 | 66 | 66 | 69 | 66 | 70 | 73 | 71 | 70 | 67 | 68 | 68 | 74 | 73 | 70 | 80 | 64 | 79 | 68,7 |
| 15:00 | 68 | 68 | 70 | 67 | 73 | 66 | 67 | 69 | 68 | 69 | 66 | 64 | 69 | 73 | 68 | 69 | 73 | 73 | 68 | 65 | 68 | 68 | 73 | 72 | 71 | 80 | 65 | 79 | 69,6 |
| 16:00 | 68 | 68 | 71 | 68 | 70 | 67 | 72 | 70 | 68 | 70 | 65 | 66 | 69 | 74 | 69 | 70 | 74 | 70 | 70 | 67 | 69 | 71 | 72 | 67 | 74 | 76 | 66 | 77 | 69,9 |
| 17:00 | 69 | 68 | 72 | 71 | 69 | 66 | 71 | 72 | 70 | 73 | 67 | 66 | 71 | 75 | 71 | 72 | 74 | 72 | 69 | 70 | 72 | 70 | 74 | 72 | 77 | 73 | 67 | 79 | 71,1 |
| 18:00 | 70 | 71 | 72 | 72 | 71 | 68 | 75 | 72 | 71 | 74 | 67 | 68 | 71 | 73 | 72 | 72 | 76 | 76 | 72 | 71 | 72 | 69 | 74 | 74 | 80 | 70 | 68 | 78 | 72,1 |
| 19:00 | 69 | 71 | 72 | 73 | 71 | 69 | 75 | 72 | 71 | 75 | 68 | 69 | 71 | 73 | 72 | 72 | 75 | 76 | 70 | 71 | 71 | 69 | 75 | 74 | 79 | 72 | 68 | 79 | 72,2 |
| 20:00 | 70 | 71 | 73 | 77 | 72 | 69 | 74 | 73 | 70 | 73 | 69 | 69 | 69 | 73 | 72 | 73 | 76 | 76 | 71 | 72 | 71 | 70 | 76 | 75 | 83 | 71 | 71 | 80 | 72,8 |
| 21:00 | 72 | 70 | 76 | 77 | 77 | 71 | 80 | 72 | 71 | 70 | 68 | 70 | 70 | 73 | 72 | 74 | 74 | 74 | 70 | 73 | 72 | 69 | 76 | 75 | 83 | 73 | 72 | 80 | 73,4 |
| 22:00 | 74 | 71 | 77 | 76 | 78 | 69 | 82 | 71 | 72 | 71 | 70 | 69 | 70 | 74 | 72 | 73 | 76 | 75 | 70 | 73 | 73 | 71 | 77 | 75 | 83 | 77 | 71 | 82 | 74,0 |
| 23:00 | 75 | 72 | 79 | 80 | 78 | 71 | 77 | 71 | 70 | 70 | 70 | 70 | 71 | 72 | 72 | 75 | 75 | 75 | 71 | 73 | 74 | 71 | 77 | 77 | 84 | 72 | 74 | 84 | 74,3 |
| Média Diária | 70,4 | 69,3 | 71,5 | 72,1 | 71,9 | 69,4 | 71,5 | 71,0 | 70,8 | 69,6 | 67,5 | 69,4 | 69,6 | 72,5 | 72,3 | 72,4 | 76,2 | 73,4 | 70,9 | 69,7 | 71,8 | 72,0 | 74,9 | 75,9 | 76,9 | 78,5 | 68,8 | 78,3 | 72,1 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 32: Umidade relativa do ar no ponto 4D (%) - 12/04/05 à 09/05/05

| Data Hora | 12/4 | 13/4 | 14/4 | 15/4 | 16/4 | 17/4 | 18/4 | 19/4 | 20/4 | 21/4 | 22/4 | 23/4 | 24/4 | 25/4 | 26/4 | 27/4 | 28/4 | 29/4 | 30/4 | 1/5 | 2/5 | 3/5 | 4/5 | 5/5 | 6/5 | 7/5 | 8/5 | 9/5 | Média horária |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 00:00 | 70 | 73 | 71 | 78 | 76 | 77 | 71 | 77 | 71 | 71 | 70 | 71 | 70 | 71 | 72 | 73 | 75 | 76 | 75 | 69 | 74 | 75 | 71 | 78 | 80 | 84 | 73 | 77 | 73,9 |
| 01:00 | 69 | 73 | 72 | 81 | 76 | 74 | 72 | 76 | 71 | 71 | 69 | 70 | 71 | 69 | 76 | 73 | 75 | 76 | 75 | 70 | 74 | 76 | 72 | 79 | 80 | 85 | 71 | 79 | 74,1 |
| 02:00 | 70 | 71 | 72 | 76 | 75 | 75 | 71 | 75 | 72 | 71 | 69 | 70 | 72 | 70 | 76 | 75 | 75 | 76 | 75 | 70 | 73 | 77 | 73 | 80 | 81 | 85 | 70 | 80 | 74,1 |
| 03:00 | 75 | 71 | 73 | 75 | 74 | 77 | 73 | 78 | 71 | 73 | 69 | 71 | 73 | 76 | 75 | 77 | 77 | 76 | 75 | 70 | 73 | 77 | 78 | 80 | 82 | 85 | 70 | 82 | 75,2 |
| 04:00 | 77 | 72 | 74 | 72 | 74 | 76 | 73 | 76 | 72 | 71 | 70 | 71 | 74 | 78 | 78 | 78 | 80 | 76 | 74 | 69 | 77 | 78 | 80 | 81 | 81 | 86 | 73 | 83 | 75,9 |
| 05:00 | 78 | 72 | 73 | 74 | 73 | 73 | 72 | 75 | 74 | 72 | 70 | 75 | 72 | 78 | 78 | 78 | 82 | 74 | 75 | 75 | 78 | 78 | 81 | 81 | 81 | 86 | 73 | 83 | 76,2 |
| 06:00 | 78 | 72 | 72 | 73 | 72 | 72 | 74 | 75 | 73 | 72 | 70 | 76 | 72 | 78 | 77 | 79 | 83 | 75 | 73 | 76 | 79 | 80 | 82 | 81 | 81 | 85 | 78 | 83 | 76,5 |
| 07:00 | 78 | 71 | 72 | 73 | 72 | 70 | 71 | 71 | 72 | 71 | 69 | 74 | 74 | 78 | 75 | 77 | 81 | 78 | 71 | 76 | 79 | 76 | 80 | 79 | 79 | 84 | 78 | 81 | 75,4 |
| 08:00 | 77 | 70 | 70 | 71 | 71 | 69 | 68 | 70 | 72 | 69 | 67 | 71 | 74 | 75 | 74 | 73 | 83 | 77 | 71 | 74 | 76 | 73 | 78 | 76 | 75 | 82 | 70 | 79 | 73,4 |
| 09:00 | 72 | 68 | 68 | 68 | 74 | 69 | 67 | 69 | 71 | 68 | 66 | 68 | 72 | 72 | 73 | 71 | 81 | 73 | 70 | 71 | 72 | 71 | 73 | 73 | 72 | 79 | 68 | 77 | 71,3 |
| 10:00 | 70 | 68 | 68 | 68 | 70 | 66 | 66 | 67 | 69 | 66 | 64 | 67 | 67 | 70 | 72 | 69 | 75 | 73 | 68 | 67 | 70 | 71 | 72 | 76 | 71 | 80 | 63 | 74 | 69,5 |
| 11:00 | 66 | 64 | 65 | 66 | 64 | 63 | 65 | 66 | 68 | 62 | 61 | 64 | 61 | 66 | 69 | 65 | 69 | 68 | 63 | 63 | 65 | 65 | 70 | 71 | 68 | 75 | 62 | 69 | 65,8 |
| 12:00 | 59 | 59 | 61 | 59 | 60 | 56 | 58 | 59 | 67 | 56 | 58 | 59 | 53 | 58 | 60 | 56 | 61 | 61 | 58 | 55 | 56 | 57 | 63 | 73 | 59 | 66 | 60 | 60 | 59,5 |
| 13:00 | 60 | 60 | 64 | 62 | 63 | 59 | 60 | 62 | 66 | 58 | 60 | 64 | 58 | 62 | 63 | 63 | 65 | 64 | 62 | 61 | 60 | 64 | 67 | 73 | 62 | 72 | 59 | 66 | 62,8 |
| 14:00 | 64 | 64 | 65 | 64 | 65 | 62 | 62 | 64 | 66 | 61 | 60 | 62 | 62 | 66 | 64 | 66 | 70 | 68 | 66 | 65 | 65 | 66 | 68 | 71 | 66 | 78 | 62 | 72 | 65,5 |
| 15:00 | 65 | 66 | 66 | 65 | 68 | 63 | 62 | 66 | 66 | 65 | 63 | 62 | 64 | 68 | 66 | 66 | 71 | 70 | 66 | 65 | 66 | 67 | 71 | 70 | 69 | 80 | 63 | 77 | 67,0 |
| 16:00 | 65 | 66 | 67 | 65 | 66 | 64 | 68 | 68 | 66 | 67 | 62 | 63 | 66 | 70 | 67 | 67 | 72 | 68 | 68 | 65 | 67 | 69 | 71 | 66 | 71 | 77 | 65 | 75 | 67,5 |
| 17:00 | 66 | 64 | 69 | 68 | 67 | 63 | 68 | 69 | 68 | 70 | 65 | 65 | 68 | 71 | 68 | 69 | 73 | 70 | 68 | 67 | 69 | 69 | 73 | 71 | 74 | 74 | 66 | 78 | 68,9 |
| 18:00 | 68 | 69 | 71 | 70 | 69 | 66 | 72 | 71 | 69 | 71 | 65 | 66 | 69 | 72 | 70 | 70 | 74 | 75 | 70 | 69 | 70 | 68 | 73 | 73 | 79 | 72 | 68 | 78 | 70,6 |
| 19:00 | 68 | 70 | 72 | 72 | 70 | 68 | 74 | 72 | 70 | 73 | 67 | 68 | 70 | 72 | 71 | 71 | 74 | 74 | 69 | 70 | 70 | 68 | 74 | 74 | 78 | 73 | 68 | 79 | 71,4 |
| 20:00 | 69 | 70 | 72 | 75 | 71 | 68 | 75 | 73 | 70 | 72 | 68 | 68 | 69 | 72 | 71 | 72 | 75 | 75 | 70 | 71 | 70 | 69 | 76 | 75 | 83 | 73 | 70 | 80 | 72,2 |
| 21:00 | 71 | 70 | 75 | 76 | 74 | 69 | 79 | 72 | 71 | 70 | 68 | 69 | 69 | 72 | 71 | 73 | 74 | 74 | 70 | 72 | 72 | 69 | 76 | 75 | 82 | 74 | 71 | 81 | 72,8 |
| 22:00 | 72 | 71 | 76 | 75 | 76 | 69 | 81 | 71 | 71 | 70 | 69 | 69 | 70 | 73 | 71 | 73 | 77 | 74 | 70 | 72 | 73 | 70 | 77 | 75 | 83 | 76 | 71 | 83 | 73,5 |
| 23:00 | 74 | 71 | 78 | 79 | 77 | 70 | 79 | 71 | 70 | 70 | 70 | 70 | 71 | 72 | 71 | 74 | 76 | 74 | 70 | 73 | 75 | 71 | 77 | 77 | 84 | 74 | 74 | 84 | 74,1 |
| Média Diária | 70,0 | 68,5 | 70,3 | 71,0 | 70,7 | 68,3 | 70,0 | 70,5 | 69,8 | 68,3 | 66,2 | 68,0 | 68,4 | 71,2 | 71,2 | 71,2 | 74,9 | 72,7 | 69,7 | 69,0 | 71,0 | 71,0 | 74,0 | 75,3 | 75,9 | 78,5 | 68,6 | 77,5 | 71,1 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 33: Umidade relativa do ar no ponto 17C (%) - 12/04/05 à 09/05/05

| Data Hora | 12/4 | 13/4 | 14/4 | 15/4 | 16/4 | 17/4 | 18/4 | 19/4 | 20/4 | 21/4 | 22/4 | 23/4 | 24/4 | 25/4 | 26/4 | 27/4 | 28/4 | 29/4 | 30/4 | 1/5 | 2/5 | 3/5 | 4/5 | 5/5 | 6/5 | 7/5 | 8/5 | 9/5 | Média horária |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 00:00 | 72 | 74 | 74 | 81 | 75 | 77 | 74 | 77 | 74 | 73 | 71 | 74 | 74 | 73 | 74 | 76 | 76 | 78 | 77 | 70 | 76 | 76 | 72 | 79 | 81 | 87 | 74 | 78 | 75,6 |
| 01:00 | 71 | 74 | 74 | 84 | 77 | 74 | 75 | 77 | 74 | 73 | 71 | 73 | 73 | 70 | 77 | 75 | 77 | 76 | 77 | 71 | 75 | 77 | 74 | 81 | 82 | 87 | 71 | 80 | 75,7 |
| 02:00 | 73 | 71 | 75 | 76 | 76 | 76 | 74 | 77 | 73 | 73 | 70 | 72 | 73 | 71 | 78 | 76 | 78 | 78 | 77 | 71 | 74 | 78 | 74 | 81 | 83 | 87 | 70 | 81 | 75,6 |
| 03:00 | 76 | 72 | 76 | 75 | 75 | 79 | 74 | 80 | 74 | 75 | 71 | 74 | 74 | 77 | 77 | 78 | 82 | 78 | 77 | 71 | 75 | 78 | 79 | 81 | 84 | 87 | 71 | 82 | 76,9 |
| 04:00 | 78 | 72 | 74 | 73 | 74 | 77 | 74 | 78 | 74 | 73 | 73 | 73 | 75 | 79 | 79 | 79 | 83 | 77 | 76 | 70 | 78 | 79 | 80 | 82 | 83 | 87 | 74 | 84 | 77,1 |
| 05:00 | 79 | 73 | 74 | 77 | 74 | 73 | 74 | 76 | 75 | 75 | 72 | 77 | 73 | 80 | 80 | 79 | 85 | 73 | 75 | 76 | 79 | 79 | 82 | 82 | 83 | 87 | 73 | 84 | 77,5 |
| 06:00 | 80 | 73 | 72 | 73 | 73 | 73 | 75 | 76 | 74 | 71 | 70 | 77 | 73 | 79 | 77 | 77 | 87 | 77 | 75 | 75 | 79 | 81 | 82 | 82 | 82 | 87 | 82 | 84 | 77,4 |
| 07:00 | 70 | 70 | 71 | 69 | 69 | 66 | 69 | 68 | 71 | 69 | 68 | 68 | 74 | 70 | 65 | 67 | 82 | 80 | 68 | 74 | 74 | 70 | 80 | 74 | 73 | 80 | 77 | 75 | 71,8 |
| 08:00 | 67 | 68 | 68 | 68 | 70 | 67 | 66 | 67 | 70 | 67 | 64 | 68 | 71 | 68 | 66 | 67 | 83 | 74 | 69 | 63 | 65 | 63 | 71 | 70 | 66 | 76 | 66 | 68 | 68,4 |
| 09:00 | 65 | 64 | 67 | 65 | 73 | 68 | 66 | 66 | 71 | 66 | 65 | 67 | 67 | 69 | 69 | 67 | 84 | 67 | 68 | 64 | 68 | 68 | 71 | 72 | 63 | 75 | 65 | 70 | 68,2 |
| 10:00 | 66 | 66 | 68 | 66 | 70 | 65 | 68 | 65 | 69 | 65 | 63 | 66 | 63 | 68 | 71 | 66 | 73 | 73 | 67 | 64 | 69 | 72 | 73 | 80 | 69 | 79 | 59 | 71 | 68,4 |
| 11:00 | 65 | 65 | 67 | 68 | 63 | 66 | 69 | 67 | 72 | 65 | 62 | 67 | 62 | 69 | 72 | 68 | 70 | 68 | 66 | 64 | 67 | 68 | 71 | 77 | 72 | 76 | 63 | 71 | 67,9 |
| 12:00 | 66 | 67 | 66 | 66 | 63 | 66 | 67 | 66 | 72 | 64 | 63 | 69 | 62 | 69 | 69 | 68 | 73 | 69 | 68 | 65 | 66 | 67 | 70 | 78 | 69 | 76 | 63 | 72 | 67,8 |
| 13:00 | 65 | 65 | 69 | 66 | 66 | 64 | 67 | 66 | 68 | 63 | 65 | 68 | 66 | 70 | 67 | 71 | 73 | 68 | 67 | 66 | 67 | 68 | 72 | 79 | 70 | 79 | 61 | 74 | 68,2 |
| 14:00 | 64 | 66 | 68 | 67 | 68 | 64 | 68 | 67 | 68 | 65 | 62 | 66 | 67 | 70 | 66 | 71 | 73 | 70 | 69 | 66 | 69 | 67 | 75 | 75 | 70 | 82 | 64 | 82 | 68,9 |
| 15:00 | 67 | 68 | 70 | 67 | 74 | 66 | 68 | 69 | 68 | 71 | 67 | 65 | 70 | 75 | 68 | 70 | 73 | 73 | 67 | 64 | 68 | 67 | 75 | 73 | 72 | 80 | 66 | 81 | 70,1 |
| 16:00 | 69 | 68 | 71 | 68 | 71 | 66 | 74 | 71 | 68 | 72 | 65 | 67 | 71 | 75 | 69 | 72 | 74 | 70 | 70 | 67 | 70 | 71 | 74 | 67 | 76 | 76 | 66 | 78 | 70,6 |
| 17:00 | 70 | 69 | 72 | 72 | 69 | 67 | 73 | 73 | 71 | 76 | 68 | 67 | 73 | 77 | 73 | 74 | 76 | 73 | 70 | 71 | 73 | 71 | 77 | 75 | 79 | 75 | 68 | 79 | 72,5 |
| 18:00 | 71 | 72 | 75 | 74 | 72 | 68 | 75 | 73 | 72 | 77 | 68 | 69 | 73 | 75 | 75 | 75 | 77 | 78 | 73 | 72 | 73 | 70 | 77 | 76 | 82 | 71 | 69 | 79 | 73,6 |
| 19:00 | 70 | 73 | 74 | 75 | 73 | 70 | 78 | 74 | 72 | 77 | 70 | 70 | 73 | 75 | 74 | 75 | 76 | 77 | 71 | 73 | 72 | 70 | 77 | 77 | 82 | 74 | 70 | 79 | 74,0 |
| 20:00 | 71 | 72 | 75 | 80 | 74 | 71 | 76 | 75 | 71 | 75 | 70 | 70 | 70 | 74 | 74 | 75 | 77 | 78 | 72 | 73 | 72 | 71 | 77 | 77 | 87 | 73 | 73 | 81 | 74,4 |
| 21:00 | 73 | 71 | 77 | 79 | 79 | 72 | 84 | 73 | 73 | 72 | 70 | 72 | 71 | 74 | 75 | 76 | 76 | 75 | 71 | 75 | 74 | 70 | 78 | 76 | 85 | 74 | 74 | 81 | 75,0 |
| 22:00 | 75 | 73 | 78 | 78 | 79 | 71 | 83 | 72 | 74 | 73 | 72 | 70 | 72 | 76 | 74 | 76 | 78 | 76 | 71 | 75 | 75 | 72 | 78 | 77 | 86 | 79 | 72 | 83 | 75,6 |
| 23:00 | 78 | 74 | 80 | 80 | 78 | 73 | 75 | 73 | 72 | 71 | 72 | 72 | 73 | 74 | 74 | 77 | 77 | 77 | 71 | 75 | 76 | 72 | 78 | 79 | 87 | 73 | 76 | 85 | 75,8 |
| Média Diária | 70,9 | 70,0 | 72,3 | 72,8 | 72,3 | 70,0 | 72,8 | 71,9 | 71,7 | 70,9 | 68,0 | 70,0 | 70,5 | 73,2 | 72,6 | 73,1 | 77,6 | 74,3 | 71,3 | 69,8 | 72,3 | 71,9 | 75,7 | 77,1 | 77,8 | 79,5 | 69,5 | 78,4 | 72,8 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 34: Umidade relativa do ar no ponto 17D (%) - 12/04/05 à 09/05/05

| Data Hora | 12/4 | 13/4 | 14/4 | 15/4 | 16/4 | 17/4 | 18/4 | 19/4 | 20/4 | 21/4 | 22/4 | 23/4 | 24/4 | 25/4 | 26/4 | 27/4 | 28/4 | 29/4 | 30/4 | 1/5 | 2/5 | 3/5 | 4/5 | 5/5 | 6/5 | 7/5 | 8/5 | 9/5 | Média horária |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 00:00 | 71 | 73 | 73 | 79 | 75 | 76 | 72 | 77 | 73 | 72 | 71 | 73 | 72 | 73 | 73 | 75 | 76 | 77 | 76 | 70 | 74 | 78 | 72 | 80 | 83 | 86 | 73 | 79 | 75,1 |
| 01:00 | 71 | 74 | 73 | 83 | 76 | 74 | 73 | 76 | 73 | 73 | 70 | 72 | 72 | 70 | 79 | 74 | 76 | 75 | 76 | 71 | 74 | 78 | 73 | 82 | 83 | 87 | 72 | 82 | 75,4 |
| 02:00 | 72 | 71 | 74 | 77 | 75 | 76 | 73 | 76 | 73 | 72 | 70 | 71 | 72 | 71 | 79 | 76 | 77 | 77 | 76 | 71 | 73 | 79 | 75 | 82 | 85 | 87 | 70 | 83 | 75,5 |
| 03:00 | 77 | 71 | 75 | 75 | 75 | 78 | 74 | 79 | 73 | 74 | 70 | 73 | 73 | 78 | 78 | 79 | 78 | 77 | 76 | 71 | 74 | 79 | 80 | 83 | 85 | 87 | 71 | 84 | 76,7 |
| 04:00 | 79 | 72 | 74 | 73 | 74 | 76 | 74 | 77 | 73 | 72 | 72 | 73 | 76 | 80 | 81 | 79 | 81 | 77 | 75 | 70 | 78 | 80 | 82 | 84 | 84 | 88 | 73 | 85 | 77,2 |
| 05:00 | 80 | 73 | 74 | 76 | 74 | 73 | 73 | 76 | 75 | 74 | 71 | 77 | 73 | 81 | 81 | 80 | 82 | 75 | 76 | 76 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 87 | 73 | 85 | 77,7 |
| 06:00 | 80 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 75 | 75 | 73 | 72 | 70 | 78 | 74 | 81 | 78 | 80 | 84 | 75 | 74 | 78 | 80 | 82 | 83 | 85 | 83 | 87 | 79 | 85 | 77,7 |
| 07:00 | 77 | 71 | 71 | 71 | 70 | 68 | 70 | 70 | 71 | 70 | 68 | 73 | 75 | 77 | 74 | 75 | 80 | 78 | 69 | 76 | 78 | 76 | 80 | 80 | 79 | 84 | 77 | 80 | 74,6 |
| 08:00 | 72 | 67 | 68 | 68 | 69 | 66 | 66 | 68 | 70 | 66 | 65 | 67 | 74 | 71 | 70 | 70 | 82 | 73 | 68 | 69 | 72 | 70 | 76 | 76 | 73 | 78 | 67 | 77 | 70,6 |
| 09:00 | 67 | 64 | 66 | 65 | 72 | 67 | 64 | 66 | 69 | 65 | 64 | 66 | 68 | 67 | 68 | 68 | 81 | 68 | 66 | 66 | 68 | 66 | 69 | 72 | 70 | 74 | 65 | 72 | 68,0 |
| 10:00 | 65 | 65 | 67 | 66 | 67 | 64 | 64 | 64 | 68 | 64 | 61 | 63 | 63 | 67 | 69 | 66 | 73 | 70 | 65 | 63 | 67 | 68 | 70 | 76 | 67 | 77 | 60 | 69 | 66,7 |
| 11:00 | 64 | 63 | 64 | 65 | 60 | 63 | 65 | 65 | 68 | 63 | 60 | 63 | 60 | 66 | 69 | 66 | 69 | 66 | 64 | 62 | 65 | 65 | 67 | 71 | 69 | 73 | 61 | 69 | 65,2 |
| 12:00 | 60 | 60 | 62 | 61 | 57 | 59 | 61 | 60 | 67 | 59 | 58 | 62 | 56 | 62 | 63 | 62 | 66 | 62 | 61 | 58 | 61 | 61 | 61 | 73 | 61 | 69 | 59 | 64 | 61,6 |
| 13:00 | 56 | 56 | 60 | 59 | 58 | 57 | 58 | 58 | 62 | 55 | 58 | 61 | 55 | 59 | 58 | 63 | 62 | 59 | 58 | 56 | 59 | 59 | 66 | 71 | 58 | 72 | 54 | 62 | 59,6 |
| 14:00 | 54 | 56 | 60 | 58 | 58 | 55 | 59 | 57 | 60 | 53 | 53 | 59 | 54 | 57 | 56 | 62 | 60 | 60 | 59 | 54 | 60 | 56 | 68 | 70 | 59 | 77 | 59 | 70 | 59,4 |
| 15:00 | 56 | 58 | 64 | 57 | 68 | 56 | 60 | 62 | 62 | 57 | 55 | 53 | 57 | 61 | 56 | 60 | 58 | 65 | 56 | 53 | 57 | 55 | 71 | 65 | 59 | 75 | 59 | 76 | 60,4 |
| 16:00 | 59 | 57 | 64 | 57 | 62 | 57 | 69 | 66 | 61 | 59 | 57 | 57 | 60 | 63 | 58 | 61 | 60 | 59 | 62 | 53 | 55 | 60 | 70 | 65 | 67 | 74 | 62 | 74 | 61,7 |
| 17:00 | 64 | 62 | 70 | 66 | 67 | 61 | 70 | 70 | 68 | 69 | 64 | 62 | 68 | 71 | 68 | 69 | 68 | 68 | 65 | 64 | 67 | 67 | 74 | 71 | 74 | 74 | 66 | 77 | 68,0 |
| 18:00 | 68 | 69 | 72 | 71 | 70 | 66 | 75 | 72 | 70 | 72 | 66 | 66 | 70 | 73 | 71 | 72 | 73 | 75 | 70 | 69 | 70 | 68 | 75 | 74 | 78 | 72 | 68 | 78 | 71,2 |
| 19:00 | 69 | 71 | 73 | 73 | 71 | 68 | 76 | 73 | 71 | 74 | 68 | 68 | 70 | 73 | 72 | 72 | 74 | 75 | 69 | 70 | 70 | 68 | 75 | 76 | 78 | 73 | 69 | 80 | 72,1 |
| 20:00 | 70 | 70 | 74 | 76 | 72 | 69 | 78 | 74 | 70 | 73 | 69 | 69 | 69 | 73 | 72 | 73 | 75 | 75 | 70 | 71 | 70 | 69 | 78 | 77 | 83 | 73 | 72 | 81 | 73,0 |
| 21:00 | 72 | 70 | 76 | 76 | 77 | 70 | 81 | 73 | 72 | 70 | 69 | 70 | 69 | 74 | 73 | 75 | 74 | 74 | 70 | 72 | 73 | 69 | 79 | 77 | 82 | 74 | 72 | 82 | 73,8 |
| 22:00 | 74 | 71 | 77 | 76 | 77 | 70 | 81 | 72 | 73 | 71 | 71 | 70 | 71 | 74 | 73 | 74 | 76 | 75 | 70 | 73 | 75 | 71 | 80 | 78 | 83 | 77 | 72 | 84 | 74,6 |
| 23:00 | 75 | 73 | 80 | 79 | 78 | 71 | 78 | 72 | 71 | 70 | 71 | 71 | 72 | 73 | 73 | 75 | 76 | 75 | 71 | 74 | 77 | 71 | 80 | 80 | 84 | 74 | 76 | 85 | 75,2 |
| Média Diária | 68,8 | 67,1 | 70,2 | 70,0 | 69,8 | 67,2 | 70,4 | 69,9 | 69,4 | 67,5 | 65,5 | 67,4 | 67,6 | 70,6 | 70,5 | 71,1 | 73,4 | 71,3 | 68,4 | 67,1 | 69,9 | 69,8 | 74,4 | 76,3 | 75,5 | 78,3 | 67,9 | 77,6 | 70,5 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 35: Umidade relativa do ar no ponto 25D (%) - 12/04/05 à 09/05/05

| Data Hora | 12/4 | 13/4 | 14/4 | 15/4 | 16/4 | 17/4 | 18/4 | 19/4 | 20/4 | 21/4 | 22/4 | 23/4 | 24/4 | 25/4 | 26/4 | 27/4 | 28/4 | 29/4 | 30/4 | 1/5 | 2/5 | 3/5 | 4/5 | 5/5 | 6/5 | 7/5 | 8/5 | 9/5 | Média horária |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 00:00 | 69 | 71 | 71 | 77 | 73 | 74 | 70 | 75 | 72 | 70 | 69 | 71 | 69 | 71 | 71 | 73 | 74 | 74 | 74 | 68 | 72 | 77 | 70 | 79 | 82 | 85 | 73 | 78 | 73,3 |
| 01:00 | 69 | 72 | 71 | 80 | 74 | 73 | 71 | 75 | 72 | 71 | 69 | 70 | 69 | 69 | 78 | 72 | 74 | 74 | 74 | 69 | 72 | 78 | 71 | 81 | 83 | 86 | 71 | 81 | 73,9 |
| 02:00 | 70 | 69 | 71 | 75 | 74 | 74 | 71 | 74 | 72 | 71 | 69 | 69 | 70 | 69 | 78 | 75 | 75 | 75 | 75 | 69 | 72 | 78 | 73 | 81 | 84 | 86 | 70 | 82 | 74,0 |
| 03:00 | 75 | 70 | 73 | 74 | 73 | 75 | 72 | 77 | 72 | 72 | 69 | 71 | 72 | 78 | 77 | 78 | 76 | 75 | 74 | 69 | 72 | 78 | 79 | 82 | 84 | 86 | 71 | 84 | 75,3 |
| 04:00 | 77 | 71 | 73 | 72 | 73 | 75 | 72 | 76 | 72 | 71 | 70 | 70 | 75 | 79 | 81 | 78 | 80 | 75 | 74 | 69 | 78 | 79 | 80 | 83 | 84 | 87 | 73 | 85 | 76,1 |
| 05:00 | 79 | 71 | 72 | 74 | 73 | 72 | 71 | 75 | 74 | 72 | 69 | 75 | 71 | 80 | 80 | 79 | 80 | 73 | 74 | 75 | 78 | 80 | 80 | 83 | 84 | 86 | 73 | 85 | 76,4 |
| 06:00 | 80 | 71 | 71 | 72 | 71 | 71 | 73 | 74 | 73 | 70 | 69 | 76 | 72 | 80 | 77 | 79 | 81 | 73 | 72 | 76 | 79 | 81 | 82 | 84 | 83 | 86 | 77 | 84 | 76,3 |
| 07:00 | 76 | 68 | 69 | 69 | 68 | 66 | 67 | 68 | 70 | 67 | 66 | 71 | 75 | 77 | 74 | 75 | 76 | 73 | 67 | 75 | 77 | 75 | 78 | 80 | 78 | 83 | 75 | 80 | 73,0 |
| 08:00 | 71 | 64 | 65 | 66 | 67 | 63 | 63 | 66 | 67 | 63 | 62 | 64 | 74 | 70 | 67 | 68 | 81 | 69 | 66 | 67 | 70 | 68 | 75 | 75 | 72 | 77 | 65 | 77 | 68,6 |
| 09:00 | 63 | 61 | 62 | 63 | 68 | 63 | 61 | 63 | 65 | 60 | 61 | 61 | 66 | 63 | 64 | 64 | 79 | 64 | 62 | 62 | 65 | 63 | 66 | 71 | 69 | 72 | 63 | 70 | 64,8 |
| 10:00 | 62 | 60 | 63 | 62 | 63 | 60 | 59 | 61 | 63 | 59 | 57 | 60 | 59 | 62 | 64 | 63 | 70 | 65 | 60 | 60 | 63 | 63 | 67 | 73 | 64 | 74 | 57 | 65 | 62,8 |
| 11:00 | 60 | 58 | 60 | 61 | 58 | 59 | 60 | 61 | 64 | 58 | 55 | 58 | 55 | 60 | 62 | 62 | 63 | 60 | 57 | 58 | 61 | 59 | 63 | 66 | 62 | 69 | 58 | 63 | 60,4 |
| 12:00 | 57 | 55 | 57 | 57 | 54 | 55 | 55 | 56 | 63 | 53 | 53 | 56 | 51 | 56 | 58 | 59 | 61 | 57 | 55 | 54 | 57 | 55 | 57 | 69 | 57 | 63 | 56 | 58 | 56,9 |
| 13:00 | 54 | 51 | 53 | 54 | 55 | 52 | 52 | 54 | 59 | 49 | 52 | 55 | 51 | 53 | 54 | 59 | 59 | 55 | 52 | 52 | 55 | 54 | 62 | 69 | 53 | 68 | 50 | 55 | 55,0 |
| 14:00 | 50 | 50 | 54 | 52 | 55 | 51 | 54 | 53 | 55 | 49 | 47 | 53 | 50 | 51 | 52 | 57 | 56 | 54 | 53 | 51 | 55 | 52 | 63 | 68 | 52 | 74 | 55 | 62 | 54,6 |
| 15:00 | 50 | 50 | 59 | 52 | 63 | 52 | 55 | 58 | 57 | 51 | 48 | 48 | 52 | 53 | 52 | 55 | 55 | 59 | 50 | 50 | 52 | 51 | 68 | 60 | 52 | 71 | 56 | 71 | 55,4 |
| 16:00 | 54 | 51 | 58 | 51 | 58 | 52 | 65 | 62 | 56 | 52 | 51 | 51 | 56 | 56 | 54 | 56 | 57 | 53 | 58 | 50 | 52 | 56 | 68 | 62 | 59 | 71 | 58 | 70 | 57,0 |
| 17:00 | 59 | 57 | 66 | 61 | 64 | 55 | 66 | 67 | 65 | 61 | 60 | 56 | 64 | 66 | 63 | 65 | 65 | 60 | 61 | 55 | 62 | 64 | 71 | 69 | 68 | 71 | 63 | 76 | 63,6 |
| 18:00 | 65 | 65 | 70 | 67 | 67 | 63 | 72 | 69 | 68 | 66 | 64 | 63 | 67 | 69 | 68 | 69 | 70 | 71 | 66 | 65 | 67 | 65 | 73 | 72 | 74 | 70 | 66 | 77 | 68,1 |
| 19:00 | 65 | 67 | 70 | 70 | 69 | 65 | 73 | 71 | 69 | 69 | 65 | 65 | 68 | 70 | 69 | 70 | 71 | 72 | 67 | 67 | 67 | 66 | 74 | 74 | 75 | 72 | 67 | 78 | 69,5 |
| 20:00 | 67 | 68 | 71 | 73 | 70 | 66 | 75 | 72 | 69 | 69 | 66 | 66 | 67 | 70 | 70 | 71 | 72 | 72 | 68 | 68 | 68 | 67 | 76 | 76 | 80 | 72 | 70 | 80 | 70,7 |
| 21:00 | 69 | 68 | 73 | 74 | 74 | 68 | 79 | 71 | 70 | 68 | 67 | 68 | 68 | 71 | 71 | 72 | 72 | 71 | 68 | 70 | 70 | 67 | 78 | 76 | 79 | 73 | 70 | 81 | 71,6 |
| 22:00 | 71 | 69 | 75 | 74 | 74 | 68 | 80 | 70 | 71 | 69 | 69 | 68 | 69 | 72 | 71 | 72 | 73 | 72 | 69 | 71 | 73 | 69 | 78 | 77 | 81 | 76 | 70 | 83 | 72,6 |
| 23:00 | 72 | 71 | 77 | 75 | 75 | 69 | 76 | 71 | 70 | 69 | 69 | 69 | 70 | 71 | 71 | 73 | 73 | 73 | 69 | 71 | 75 | 69 | 79 | 79 | 83 | 74 | 75 | 84 | 73,3 |
| Média Diária | 66,0 | 63,7 | 66,8 | 66,9 | 67,2 | 64,2 | 67,2 | 67,5 | 67,0 | 63,7 | 62,3 | 63,9 | 65,0 | 67,3 | 67,8 | 68,5 | 70,5 | 67,5 | 65,2 | 64,2 | 67,2 | 67,3 | 72,1 | 74,5 | 72,6 | 76,3 | 65,9 | 75,4 | 67,6 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 36: Temperatura de globo (°C) - 12/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 06:00h. | 11:00h. | 12:00h. | 13:00h. | 14:00h. | 15:00h. | 16:00h. | 20:00h. | Média diária |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|
| 12/4 | 25,5 | 46,8 | 36,7 | 32,6 | 31,6 | 31,3 | 31,1 | 28,5 | 33,0 |
| 13/4 | 28,6 | 35,8 | 36,3 | 33,4 | 32,1 | 31,8 | 30,6 | 28,9 | 32,2 |
| 14/4 | 28,5 | 43,1 | 36,3 | 34,2 | 33,2 | 32,6 | 30,2 | 28,3 | 33,3 |
| 15/4 | 28,1 | 43,7 | 36,2 | 32,6 | 32,1 | 31,3 | 30,6 | 27,3 | 32,7 |
| 16/4 | 28,1 | 36,5 | 35,7 | 36,3 | 34,3 | 30,6 | 30,2 | 28,6 | 32,5 |
| 17/4 | 27,9 | 44,0 | 35,4 | 32,4 | 31,4 | 31,2 | 30,4 | 28,2 | 32,6 |
| 18/4 | 27,6 | 43,8 | 38,6 | 32,7 | 34,2 | 32,8 | 30,3 | 26,2 | 33,3 |
| 19/4 | 28,3 | 45,7 | 42,0 | 33,8 | 33,0 | 32,6 | 30,4 | 28,8 | 34,3 |
| 20/4 | 28,0 | 41,5 | 34,5 | 33,6 | 31,6 | 31,2 | 30,1 | 28,6 | 32,4 |
| 21/4 | 28,1 | 44,4 | 41,3 | 33,0 | 31,9 | 30,5 | 30,2 | 28,6 | 33,5 |
| 22/4 | 28,2 | 40,7 | 37,9 | 33,5 | 32,2 | 31,1 | 30,1 | 28,4 | 32,8 |
| 23/4 | 26,8 | 45,0 | 36,2 | 33,3 | 31,9 | 30,7 | 30,0 | 28,3 | 32,8 |
| 24/4 | 26,2 | 45,7 | 43,5 | 32,6 | 31,5 | 30,6 | 30,5 | 28,4 | 33,6 |
| 25/4 | 26,4 | 43,9 | 39,8 | 31,7 | 30,6 | 30,4 | 29,7 | 28,2 | 32,6 |
| 26/4 | 26,7 | 44,8 | 41,8 | 33,6 | 33,0 | 31,5 | 31,0 | 28,9 | 33,9 |
| 27/4 | 27,4 | 46,8 | 45,1 | 32,6 | 32,0 | 31,5 | 30,5 | 29,0 | 34,4 |
| 28/4 | | 46,3 | 45,4 | 32,2 | 31,2 | 30,5 | 30,1 | 28,8 | 34,9 |
| 29/4 | 26,0 | 40,6 | 42,2 | 32,7 | 31,6 | 30,5 | 30,0 | 27,8 | 32,7 |
| 30/4 | 28,7 | 43,3 | 42,8 | 32,6 | 32,2 | 30,7 | 30,5 | 28,6 | 33,7 |
| 1/5 | 26,6 | 45,5 | 45,8 | 32,2 | 31,4 | 30,9 | 30,2 | 28,4 | 33,9 |
| 2/5 | 26,4 | 47,3 | 42,8 | 33,5 | 32,8 | 31,5 | 30,9 | 28,8 | 34,3 |
| 3/5 | 26,0 | 44,7 | 43,7 | 31,9 | 31,2 | 30,5 | 29,9 | 28,7 | 33,3 |
| 4/5 | 25,8 | 35,8 | 33,9 | 32,5 | 29,5 | 29,1 | 29,4 | 26,8 | 30,4 |
| 5/5 | 24,7 | 31,5 | 32,3 | 30,4 | 31,3 | 29,2 | 29,1 | 25,8 | 29,3 |
| 6/5 | 24,2 | 44,2 | 42,4 | 31,5 | 30,0 | 29,2 | 28,6 | 25,0 | 31,9 |
| 7/5 | 24,6 | 45,6 | 42,4 | 25,9 | | 28,0 | 26,5 | 26,3 | 31,3 |
| 8/5 | 27,3 | 41,6 | 39,3 | 33,2 | 31,2 | 30,9 | 29,5 | 28,1 | 32,6 |
| 9/5 | 24,6 | 46,0 | 46,0 | 32,3 | | 27,5 | 27,5 | 25,6 | 32,8 |
| Média horária | 26,9 | 43,0 | 39,9 | 32,6 | 31,9 | 30,7 | 29,9 | 27,9 | 32,9 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 37: Precipitação Pluviométrica (mm chuva) - 12/04/05 à 09/05/05

| Dia | Precipitação | Dia | Precipitação |
|------------------|--------------|----------|--------------|
| 12/04/05 | 1,0 | 26/04/05 | 0,0 |
| 13/04/05 | 1,0 | 27/04/05 | 0,0 |
| 14/04/05 | 3,1 | 28/04/05 | 21,2 |
| 15/04/05 | 5,2 | 29/04/05 | 3,2 |
| 16/04/05 | 2,1 | 30/04/05 | 0,0 |
| 17/04/05 | 2,1 | 01/05/05 | 0,0 |
| 18/04/05 | 6,2 | 02/05/05 | 0,0 |
| 19/04/05 | 0,0 | 03/05/05 | 0,0 |
| 20/04/05 | 0,5 | 04/05/05 | 0,5 |
| 22/04/05 | 0,0 | 05/05/05 | 0,0 |
| 22/04/05 | 0,0 | 06/05/05 | 14,0 |
| 23/04/05 | 0,0 | 07/05/05 | 13,9 |
| 24/04/05 | 0,5 | 08/05/05 | 1,1 |
| 25/04/05 | 0,0 | 09/05/05 | 6,2 |
| Total no Período | | | 81,8 |
| Média Diária | | | 2,9 |

Fonte: Medições de campo pelo autor.

Tabela 38: Velocidade do vento na Estação Meteorológica do Aeroporto - 12/04/05 à 09/05/05

| Hora Data | 00:00 | 01:00 | 02:00 | 03:00 | 04:00 | 05:00 | 06:00 | 07:00 | 08:00 | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | Média diária | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----|
| 12/4 | 2,6 | 3,6 | 3,1 | 6,2 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 4,1 | 3,1 | 4,6 | 4,1 | 5,1 | 4,1 | 4,6 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 3,6 | 4,1 | 4,1 | 5,7 | 3,5 | |
| 13/4 | 5,1 | 5,1 | 4,6 | 4,1 | 4,1 | 2,6 | 2,1 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 3,6 | 4,1 | 5,7 | 5,1 | 5,1 | 4,6 | 4,1 | 4,6 | 3,6 | 3,6 | 4,6 | 3,6 | 3,6 | 4,1 | 4,0 | |
| 14/4 | 3,1 | 3,1 | 4,6 | 3,1 | 3,1 | 3,6 | 4,6 | 3,6 | 5,1 | 4,6 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 6,2 | 5,7 | 4,6 | 4,1 | 4,6 | 3,6 | 4,6 | 3,6 | 5,1 | 3,6 | 5,7 | 4,4 | |
| 15/4 | 4,1 | 2,1 | 5,1 | 3,6 | 4,6 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,6 | 4,6 | 5,7 | 5,1 | 5,1 | 5,7 | 6,2 | 5,7 | 5,1 | 4,1 | 4,1 | 5,1 | 3,1 | 4,6 | 3,1 | 3,6 | 4,5 | |
| 16/4 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,6 | 3,1 | 4,1 | 4,6 | 3,1 | 4,1 | 5,1 | 4,6 | 3,1 | 3,1 | 3,6 | 5,1 | 4,6 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 1,5 | 3,6 | 1,0 | 1,0 | 3,4 | |
| 17/4 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 2,1 | 2,6 | 2,1 | 3,1 | 4,6 | 6,2 | 4,6 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 3,1 | 4,1 | 4,1 | 2,6 | 4,1 | 4,1 | 3,6 | 3,8 | |
| 18/4 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 4,1 | 4,6 | 3,6 | 2,1 | 2,6 | 3,6 | 5,1 | 3,1 | 4,1 | 5,7 | 6,2 | 3,1 | 6,2 | 5,1 | 4,6 | 3,6 | 2,1 | 3,6 | 3,1 | 1,0 | 2,1 | 3,7 | |
| 19/4 | 2,1 | 3,1 | 4,1 | 3,6 | 3,1 | 2,6 | 3,1 | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 5,7 | 4,6 | 5,1 | 5,7 | 4,6 | 4,6 | 3,1 | 4,1 | 3,1 | 4,1 | 4,1 | 3,6 | 4,1 | 3,1 | 4,0 | |
| 20/4 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,1 | 2,6 | 2,6 | 4,6 | 5,1 | 5,7 | 6,2 | 6,7 | 5,1 | 5,1 | 5,7 | 5,1 | 5,1 | 4,6 | 4,1 | 4,1 | 4,6 | 5,1 | 3,6 | 4,6 | 4,3 | |
| 21/4 | 4,6 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 6,2 | 5,7 | 5,1 | 5,7 | 5,1 | 5,1 | 4,6 | 4,1 | 4,6 | 4,1 | 4,6 | 5,7 | 4,1 | 5,1 | 4,1 | 4,1 | 4,6 | 4,6 | 4,9 | |
| 22/4 | 3,6 | 2,6 | 4,1 | 3,6 | 3,6 | 2,6 | 3,6 | 4,6 | 5,1 | 4,1 | 5,7 | 3,6 | 5,1 | 4,1 | 4,1 | 4,6 | 4,1 | 4,1 | 3,1 | 2,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 2,6 | 3,8 | |
| 23/4 | 2,6 | 3,1 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 5,1 | 4,6 | 5,7 | 6,2 | 4,1 | 5,7 | 5,1 | 5,1 | 4,6 | 4,6 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,6 | 3,1 | 3,4 |
| 24/4 | 2,1 | 3,6 | 2,1 | 2,1 | 2,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 2,1 | 3,1 | 3,1 | 4,6 | 4,6 | 5,1 | 5,1 | 5,7 | 4,6 | 5,1 | 4,6 | 4,1 | 4,1 | 3,1 | 6,2 | 3,6 | 3,5 | |
| 25/4 | 3,6 | 2,6 | 3,6 | 4,6 | 2,6 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 3,1 | 3,6 | 5,7 | 5,7 | 4,6 | 5,7 | 6,2 | 5,7 | 5,7 | 6,7 | 4,6 | 4,1 | 4,6 | 4,6 | 4,1 | 4,2 | |
| 26/4 | 3,1 | 3,1 | 2,6 | 2,1 | 2,6 | 2,6 | 2,1 | 2,1 | 1,0 | 2,6 | 3,6 | 4,1 | 3,1 | 4,6 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,6 | 3,6 | 3,1 | 1,5 | 2,6 | 1,5 | 1,0 | 2,7 | |
| 27/4 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 2,1 | 2,6 | 2,6 | 4,6 | 5,1 | 5,7 | 4,1 | 5,7 | 5,1 | 4,6 | 4,1 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,7 | |
| 28/4 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 5,7 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 1,5 | 0,0 | 3,6 | 1,5 | 2,6 | 2,6 | 3,6 | 3,6 | 4,1 | 4,1 | 2,1 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,1 | 2,6 | 2,9 | |
| 29/4 | 2,6 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 4,6 | 2,6 | 3,6 | 3,6 | 5,1 | 4,1 | 4,6 | 4,6 | 5,1 | 4,6 | 4,6 | 5,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,6 | 2,6 | 2,1 | 2,6 | 3,6 | 3,7 | |
| 30/4 | 3,6 | 3,1 | 2,6 | 2,1 | 2,1 | 2,6 | 4,6 | 4,6 | 5,1 | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,1 | 3,6 | 3,6 | 4,1 | 4,6 | 5,1 | 4,1 | 3,1 | 3,6 | 3,6 | 4,1 | 2,1 | 3,8 | |
| 1/5 | 2,6 | 2,6 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 4,6 | 2,6 | 4,1 | 4,1 | 3,6 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 3,6 | 4,1 | 2,6 | 2,6 | 2,1 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | |
| 2/5 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,1 | 4,1 | 3,6 | 4,1 | 4,6 | 4,1 | 4,6 | 4,6 | 4,1 | 4,6 | 3,6 | 2,1 | 1,5 | 1,0 | 2,6 | 1,5 | 2,6 | |
| 3/5 | 2,6 | 2,1 | 2,6 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,6 | 2,1 | 4,1 | 4,6 | 5,1 | 4,1 | 4,6 | 5,1 | 4,6 | 4,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,1 | 2,6 | 2,7 | |
| 4/5 | 2,1 | 2,1 | 3,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,1 | 2,6 | 4,1 | 4,1 | 3,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 3,6 | 4,1 | 3,6 | 2,1 | 2,6 | 4,1 | 2,6 | 3,6 | 2,8 | |
| 5/5 | 3,6 | 2,6 | 3,1 | 2,6 | 4,1 | 4,1 | 2,1 | 3,6 | 4,1 | 2,6 | 5,7 | 5,1 | 5,7 | 5,7 | 3,1 | 2,1 | 4,1 | 4,1 | 2,1 | 2,1 | 1,5 | 1,5 | 0,0 | 3,6 | 3,3 | |
| 6/5 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,1 | 2,6 | 2,6 | 3,1 | 3,6 | 5,1 | 5,1 | 4,1 | 4,6 | 5,1 | 5,1 | 6,2 | 3,6 | 5,1 | 6,2 | 3,6 | 5,7 | 4,1 | 2,6 | 1,5 | 1,0 | 3,9 | |
| 7/5 | 1,0 | 1,5 | 1,0 | 2,6 | 3,1 | 2,1 | 1,0 | 2,6 | 4,1 | 5,1 | 7,2 | 5,1 | 6,2 | 5,1 | 3,1 | 3,1 | 2,6 | 4,1 | 5,1 | 3,1 | 4,1 | 3,1 | 4,6 | 4,1 | 3,5 | |
| 8/5 | 4,1 | 4,6 | 4,1 | 4,1 | 3,6 | 4,6 | 4,1 | 4,6 | 5,7 | 5,7 | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 5,7 | 3,1 | 5,1 | 4,1 | 5,1 | 3,6 | 3,1 | 3,1 | 4,1 | 2,1 | 2,6 | 4,2 | |
| 9/5 | 2,1 | 2,6 | 1,5 | 1,5 | 2,1 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 3,1 | 3,1 | 3,6 | 3,6 | 3,1 | 5,1 | 3,1 | 3,6 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 2,1 | 1,0 | 1,5 | 1,0 | 0,0 | 2,0 | |
| Média horária | 2,9 | 2,8 | 3,0 | 2,7 | 2,6 | 2,4 | 2,3 | 2,7 | 3,5 | 4,0 | 4,4 | 4,6 | 4,7 | 4,8 | 4,4 | 4,6 | 4,3 | 4,3 | 3,7 | 3,5 | 3,1 | 3,3 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | |

Fonte: A partir de dados da subdivisão de meteorologia do CINDACTA III.

Tabela 39: Percentual e Número de Ocorrências de Vento em Função da Direção
Estação Meteorológica do Aeroporto 12/04/05 à 09/05/05

| Direção dos ventos | Ocorrências por Velocidade dos Ventos - Estação Meteorológica do Aeroporto | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|-------------|------------------------|--------------|------------------------|--------------|---------------------------|-------------|--------------------------|--------------|
| | Velocidade > 0 à 2 m/s | | Velocidade > 2 à 4 m/s | | Velocidade > 4 à 6 m/s | | Velocidade > 6 à 8 m/s | | Total Velocidade > 0 m/s | |
| | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) | NOD | (%) |
| 10° | | | | | | | | | 0 | 0,00 |
| 20° | 1 | 0,15 | | | | | | | 1 | 0,15 |
| 30° | | | 4 | 0,60 | | | | | 4 | 0,60 |
| 40° | | | 3 | 0,45 | | | | | 3 | 0,45 |
| 50° | 2 | 0,30 | | | | | | | 2 | 0,30 |
| 60° | 1 | 0,15 | 1 | 0,15 | 1 | 0,15 | | | 3 | 0,45 |
| 70° | 1 | 0,15 | 3 | 0,45 | 3 | 0,45 | | | 7 | 1,04 |
| 80° | 3 | 0,45 | 9 | 1,34 | 5 | 0,74 | | | 17 | 2,53 |
| 90° | 1 | 0,15 | 8 | 1,19 | 7 | 1,04 | | | 16 | 2,38 |
| 100° | 1 | 0,15 | 25 | 3,72 | 17 | 2,53 | | | 43 | 6,40 |
| 110° | 1 | 0,15 | 27 | 4,02 | 34 | 5,06 | 2 | 0,30 | 64 | 9,52 |
| 120° | 1 | 0,15 | 47 | 6,99 | 66 | 9,82 | 3 | 0,45 | 117 | 17,41 |
| 130° | | | 28 | 4,17 | 64 | 9,52 | 1 | 0,15 | 93 | 13,84 |
| 140° | | | 26 | 3,87 | 47 | 6,99 | 4 | 0,60 | 77 | 11,46 |
| 150° | 2 | 0,30 | 11 | 1,64 | 10 | 1,49 | 3 | 0,45 | 26 | 3,87 |
| 160° | | | 4 | 0,60 | 14 | 2,08 | | | 18 | 2,68 |
| 170° | | | 7 | 1,04 | 7 | 1,04 | 2 | 0,30 | 16 | 2,38 |
| 180° | | | 8 | 1,19 | 10 | 1,49 | 1 | 0,15 | 19 | 2,83 |
| 190° | | | 2 | 0,30 | 4 | 0,60 | | | 6 | 0,89 |
| 200° | 2 | 0,30 | 9 | 1,34 | 5 | 0,74 | | | 16 | 2,38 |
| 210° | | | 20 | 2,98 | 2 | 0,30 | | | 22 | 3,27 |
| 220° | 6 | 0,89 | 19 | 2,83 | 1 | 0,15 | | | 26 | 3,87 |
| 230° | 5 | 0,74 | 6 | 0,89 | 1 | 0,15 | | | 12 | 1,79 |
| 240° | 4 | 0,60 | 6 | 0,89 | 1 | 0,15 | | | 11 | 1,64 |
| 250° | 4 | 0,60 | | | | | | | 4 | 0,60 |
| 260° | 2 | 0,30 | 2 | 0,30 | | | | | 4 | 0,60 |
| 270° | 1 | 0,15 | | | | | | | 1 | 0,15 |
| 280° | 1 | 0,15 | | | | | 1 | 0,15 | 2 | 0,30 |
| 290° | | | | | | | | | 0 | 0,00 |
| 300° | 2 | 0,30 | | | | | | | 2 | 0,30 |
| 310° | 2 | 0,30 | 2 | 0,30 | | | | | 4 | 0,60 |
| 320° | 2 | 0,30 | 1 | 0,15 | | | | | 3 | 0,45 |
| 330° | 1 | 0,15 | | | | | | | 1 | 0,15 |
| 340° | 1 | 0,15 | | | | | | | 1 | 0,15 |
| 350° | | | | | | | | | 0 | 0,00 |
| 360° | 1 | 0,15 | | | | | | | 1 | 0,15 |
| Total | 48 | 7,14 | 278 | 41,37 | 299 | 44,49 | 17 | 2,53 | 642 | 95,54 |
| Ocorrências | | | Número de ocorrências | | | | Percentual de ocorrências | | | |
| Para velocidade vento > 0 (m/s) | | | 642 | | | | 95,54% | | | |
| Para velocidade vento = 0 (m/s) | | | 30 | | | | 4,46% | | | |
| Total de ocorrências no período | | | 672 | | | | 100,00% | | | |

NOD - Número de ocorrências de vento na direção

(%) - Percentual de ocorrências de vento na direção

Fonte: A partir de dados da subdivisão de meteorologia do CINDACTA III.

Tabela 40: Temperatura do ar na Estação Meteorológica do Aeroporto (°C) - 12/04/05 à 09/05/05

| Data Hora | 12/4 | 13/4 | 14/4 | 15/4 | 16/4 | 17/4 | 18/4 | 19/4 | 20/4 | 21/4 | 22/4 | 23/4 | 24/4 | 25/4 | 26/4 | 27/4 | 28/4 | 29/4 | 30/4 | 1/5 | 2/5 | 3/5 | 4/5 | 5/5 | 6/5 | 7/5 | 8/5 | 9/5 | Média horária |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 00:00 | 24,9 | 23,5 | 25,3 | 25,2 | 24,9 | 25,8 | 24,5 | 24,7 | 24,7 | 24,7 | 25,0 | 24,0 | 24,9 | 24,4 | 24,4 | 24,6 | 24,7 | 24,5 | 24,5 | 23,9 | 24,0 | 25,0 | 24,2 | 23,7 | 23,6 | 25,0 | 24,0 | 23,5 | 24,5 |
| 01:00 | 24,8 | 23,2 | 25,7 | 24,9 | 24,9 | 24,5 | 24,4 | 24,8 | 24,4 | 24,5 | 24,7 | 23,4 | 24,3 | 24,2 | 24,3 | 24,5 | 24,5 | 24,5 | 24,2 | 23,9 | 23,9 | 24,6 | 24,0 | 23,5 | 23,7 | 24,9 | 23,2 | 23,4 | 24,3 |
| 02:00 | 24,5 | 23,1 | 25,8 | 24,9 | 24,7 | 24,5 | 24,4 | 25,1 | 24,4 | 24,5 | 24,5 | 23,4 | 24,6 | 23,9 | 24,3 | 24,5 | 24,2 | 24,3 | 24,1 | 23,8 | 23,9 | 24,3 | 23,9 | 23,5 | 23,7 | 24,7 | 23,0 | 23,3 | 24,2 |
| 03:00 | 24,2 | 22,3 | 25,9 | 24,5 | 24,5 | 25,0 | 24,2 | 25,2 | 24,1 | 24,4 | 24,2 | 23,4 | 24,8 | 24,0 | 24,1 | 24,3 | 23,6 | 24,3 | 24,1 | 23,8 | 24,0 | 24,2 | 24,2 | 23,4 | 23,4 | 24,8 | 22,9 | 24,2 | 24,1 |
| 04:00 | 24,2 | 22,9 | 24,4 | 24,7 | 24,7 | 25,1 | 24,1 | 25,1 | 24,1 | 24,4 | 24,3 | 23,4 | 24,6 | 24,0 | 24,2 | 24,2 | 23,7 | 24,4 | 23,9 | 23,7 | 23,8 | 24,0 | 24,0 | 23,5 | 23,5 | 24,8 | 23,2 | 24,6 | 24,1 |
| 05:00 | 24,3 | 23,1 | 24,6 | 24,7 | 24,7 | 24,8 | 24,2 | 25,4 | 24,1 | 24,4 | 24,3 | 23,5 | 24,2 | 24,1 | 24,2 | 24,2 | 23,9 | 25,2 | 24,2 | 23,7 | 23,8 | 24,0 | 23,6 | 23,5 | 23,6 | 24,8 | 23,1 | 24,2 | 24,2 |
| 06:00 | 24,5 | 23,5 | 24,7 | 24,8 | 24,8 | 24,8 | 24,4 | 24,3 | 24,7 | 24,9 | 25,1 | 23,8 | 24,2 | 24,4 | 24,4 | 24,2 | 24,1 | 25,3 | 24,5 | 24,2 | 23,8 | 24,2 | 23,4 | 24,0 | 23,9 | 24,7 | 23,9 | 23,7 | 24,3 |
| 07:00 | 24,5 | 24,1 | 26,5 | 26,0 | 25,7 | 25,5 | 25,0 | 25,0 | 25,3 | 25,8 | 25,0 | 23,9 | 24,7 | 24,8 | 25,3 | 24,7 | 24,3 | 25,0 | 25,4 | 24,9 | 23,5 | 23,8 | 23,5 | 24,5 | 24,2 | 24,9 | 24,8 | 24,0 | 24,8 |
| 08:00 | 25,5 | 25,2 | 25,3 | 26,1 | 25,3 | 25,0 | 25,4 | 25,2 | 25,7 | 25,4 | 24,8 | 24,8 | 25,0 | 26,2 | 25,4 | 26,9 | 25,0 | 25,9 | 25,9 | 25,1 | 24,1 | 25,7 | 24,9 | 25,3 | 24,6 | 25,8 | 25,7 | 25,3 | 25,4 |
| 09:00 | 25,5 | 25,4 | 25,0 | 26,3 | 25,8 | 26,8 | 25,5 | 25,4 | 25,3 | 25,4 | 24,9 | 25,5 | 25,8 | 26,0 | 25,7 | 25,3 | 25,5 | 25,1 | 25,5 | 25,1 | 25,0 | 25,9 | 25,0 | 25,4 | 25,1 | 25,8 | 25,5 | 25,7 | 25,5 |
| 10:00 | 26,7 | 27,0 | 25,0 | 26,3 | 25,7 | 25,5 | 25,2 | 25,5 | 25,4 | 25,5 | 24,9 | 26,4 | 25,9 | 26,2 | 25,2 | 25,5 | 25,8 | 25,2 | 25,5 | 25,5 | 25,2 | 25,2 | 25,9 | 25,2 | 25,5 | 27,1 | 24,5 | 25,1 | 25,6 |
| 11:00 | 25,9 | 27,1 | 26,5 | 26,5 | 24,7 | 26,8 | 25,4 | 25,9 | 25,4 | 25,5 | 24,8 | 26,1 | 26,1 | 26,0 | 25,8 | 25,9 | 25,2 | 25,6 | 25,4 | 25,8 | 25,5 | 25,9 | 25,2 | 25,7 | 25,4 | 27,3 | 25,0 | 26,1 | 25,8 |
| 12:00 | 25,4 | 27,2 | 25,8 | 26,7 | 24,8 | 25,9 | 26,3 | 25,6 | 25,1 | 25,1 | 25,4 | 26,1 | 25,7 | 25,4 | 25,5 | 25,0 | 27,1 | 25,5 | 25,5 | 25,0 | 25,5 | 25,2 | 25,0 | 25,2 | 25,8 | 27,4 | 25,9 | 26,1 | 25,7 |
| 13:00 | 25,7 | 26,5 | 27,0 | 26,7 | 25,3 | 25,8 | 25,2 | 25,4 | 25,4 | 25,8 | 25,8 | 26,4 | 26,4 | 26,3 | 27,0 | 25,7 | 25,8 | 25,4 | 25,4 | 25,5 | 25,9 | 25,2 | 25,7 | 25,2 | 25,0 | 25,3 | 25,1 | 26,3 | 25,8 |
| 14:00 | 25,2 | 27,0 | 25,7 | 26,6 | 25,5 | 25,4 | 25,9 | 25,5 | 25,5 | 25,8 | 25,8 | 26,6 | 26,1 | 26,4 | 25,3 | 27,6 | 27,0 | 25,2 | 25,3 | 25,3 | 25,0 | 25,4 | 25,6 | 25,3 | 25,0 | 25,5 | 25,1 | 26,4 | 25,8 |
| 15:00 | 25,0 | 25,5 | 26,5 | 26,5 | 25,4 | 25,1 | 25,8 | 25,7 | 25,9 | 25,3 | 25,9 | 25,4 | 26,1 | 26,6 | 25,5 | 25,8 | 27,2 | 25,1 | 25,3 | 25,1 | 25,0 | 25,9 | 25,3 | 24,3 | 25,1 | 25,6 | 25,8 | 26,0 | 25,6 |
| 16:00 | 25,8 | 26,5 | 25,5 | 26,0 | 25,3 | 25,8 | 25,2 | 25,4 | 25,0 | 25,1 | 25,3 | 25,7 | 25,5 | 26,2 | 25,7 | 25,4 | 25,6 | 25,1 | 25,0 | 25,4 | 25,6 | 25,8 | 25,2 | 23,8 | 25,3 | 25,5 | 25,7 | 25,1 | 25,4 |
| 17:00 | 25,8 | 26,3 | 25,5 | 25,3 | 25,8 | 25,7 | 25,8 | 25,0 | 25,3 | 25,5 | 25,3 | 25,6 | 25,2 | 25,9 | 25,7 | 25,3 | 25,4 | 25,1 | 25,2 | 25,2 | 25,8 | 25,7 | 25,0 | 23,8 | 24,8 | 25,9 | 25,6 | 24,7 | 25,4 |
| 18:00 | 25,5 | 25,8 | 25,0 | 25,0 | 25,7 | 25,2 | 25,5 | 25,7 | 25,5 | 25,0 | 24,9 | 25,0 | 25,0 | 25,2 | 25,7 | 25,9 | 25,0 | 25,8 | 25,3 | 25,2 | 25,2 | 25,2 | 24,8 | 24,2 | 24,2 | 25,0 | 25,2 | 24,2 | 25,2 |
| 19:00 | 25,4 | 25,5 | 25,9 | 25,0 | 25,5 | 25,2 | 25,4 | 25,9 | 25,4 | 25,4 | 24,9 | 24,9 | 24,9 | 24,9 | 25,4 | 25,6 | 25,0 | 25,8 | 24,7 | 25,1 | 25,1 | 24,9 | 24,8 | 24,4 | 24,2 | 25,0 | 25,0 | 24,0 | 25,1 |
| 20:00 | 25,1 | 25,2 | 25,7 | 24,3 | 25,7 | 25,0 | 25,4 | 25,2 | 25,2 | 25,1 | 24,8 | 25,0 | 24,8 | 24,8 | 25,5 | 25,2 | 24,8 | 25,2 | 24,5 | 25,3 | 24,9 | 24,9 | 24,7 | 24,5 | 24,3 | 24,5 | 24,6 | 24,2 | 24,9 |
| 21:00 | 25,0 | 25,0 | 26,0 | 24,4 | 25,8 | 25,0 | 25,1 | 25,3 | 25,0 | 25,5 | 24,5 | 24,9 | 24,8 | 24,8 | 24,8 | 24,8 | 24,8 | 25,1 | 24,2 | 25,0 | 25,0 | 24,8 | 24,5 | 24,3 | 24,3 | 24,6 | 24,4 | 24,1 | 24,9 |
| 22:00 | 24,5 | 24,6 | 25,4 | 24,2 | 25,5 | 24,6 | 24,7 | 25,1 | 24,8 | 25,8 | 24,5 | 24,6 | 24,8 | 24,8 | 25,2 | 24,5 | 25,7 | 24,8 | 24,2 | 24,5 | 24,3 | 24,8 | 24,0 | 24,0 | 24,4 | 24,5 | 24,0 | 24,1 | 24,7 |
| 23:00 | 24,0 | 25,0 | 25,2 | 24,4 | 25,3 | 24,5 | 24,8 | 24,7 | 24,7 | 25,2 | 24,5 | 24,7 | 24,7 | 24,7 | 24,8 | 24,3 | 25,1 | 24,7 | 24,0 | 24,1 | 24,5 | 24,4 | 23,9 | 23,8 | 25,2 | 24,2 | 23,9 | 24,2 | 24,6 |
| Média Diária | 25,1 | 25,0 | 25,6 | 25,4 | 25,3 | 25,3 | 25,1 | 25,3 | 25,0 | 25,2 | 24,9 | 24,9 | 25,1 | 25,2 | 25,1 | 25,2 | 25,1 | 25,1 | 24,8 | 24,8 | 24,7 | 25,0 | 24,6 | 24,3 | 24,5 | 25,3 | 24,5 | 24,7 | 25,0 |

Fonte: A partir de dados da subdivisão de meteorologia do CINDACTA III.

Tabela 41: Umidade relativa do ar na Estação Meteorológica do Aeroporto (°C) - 12/04/05 à 09/05/05

| Data Hora | 12/4 | 13/4 | 14/4 | 15/4 | 16/4 | 17/4 | 18/4 | 19/4 | 20/4 | 21/4 | 22/4 | 23/4 | 24/4 | 25/4 | 26/4 | 27/4 | 28/4 | 29/4 | 30/4 | 1/5 | 2/5 | 3/5 | 4/5 | 5/5 | 6/5 | 7/5 | 8/5 | 9/5 | Média horária |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 00:00 | 80 | 79 | 84 | 82 | 82 | 87 | 78 | 94 | 79 | 78 | 78 | 75 | 81 | 78 | 78 | 78 | 82 | 82 | 80 | 75 | 75 | 85 | 77 | 87 | 85 | 93 | 77 | 77 | 80,9 |
| 01:00 | 81 | 78 | 85 | 82 | 82 | 80 | 78 | 94 | 78 | 80 | 80 | 76 | 77 | 79 | 80 | 80 | 84 | 83 | 79 | 75 | 75 | 85 | 78 | 87 | 85 | 93 | 75 | 78 | 81,0 |
| 02:00 | 81 | 78 | 87 | 82 | 83 | 82 | 79 | 93 | 80 | 80 | 80 | 77 | 80 | 79 | 80 | 82 | 84 | 81 | 79 | 77 | 75 | 85 | 79 | 87 | 87 | 93 | 75 | 76 | 81,5 |
| 03:00 | 82 | 77 | 90 | 83 | 83 | 91 | 79 | 92 | 79 | 84 | 82 | 78 | 88 | 81 | 80 | 83 | 85 | 81 | 79 | 77 | 78 | 85 | 83 | 87 | 87 | 95 | 75 | 85 | 83,2 |
| 04:00 | 82 | 77 | 82 | 82 | 82 | 90 | 79 | 93 | 81 | 84 | 82 | 78 | 88 | 81 | 79 | 85 | 89 | 83 | 79 | 80 | 79 | 87 | 82 | 88 | 88 | 95 | 78 | 89 | 83,6 |
| 05:00 | 82 | 78 | 62 | 82 | 82 | 88 | 79 | 92 | 81 | 84 | 82 | 81 | 82 | 80 | 79 | 85 | 91 | 87 | 79 | 80 | 81 | 88 | 81 | 88 | 88 | 95 | 78 | 88 | 83,0 |
| 06:00 | 80 | 79 | 80 | 80 | 80 | 82 | 78 | 77 | 78 | 78 | 72 | 83 | 83 | 80 | 78 | 81 | 93 | 86 | 78 | 78 | 75 | 88 | 78 | 87 | 83 | 94 | 81 | 86 | 81,3 |
| 07:00 | 79 | 75 | 75 | 73 | 71 | 75 | 74 | 73 | 74 | 73 | 72 | 82 | 86 | 77 | 74 | 79 | 94 | 82 | 73 | 75 | 73 | 81 | 75 | 84 | 79 | 87 | 82 | 83 | 77,9 |
| 08:00 | 80 | 70 | 71 | 71 | 72 | 70 | 70 | 70 | 74 | 67 | 67 | 77 | 81 | 78 | 71 | 86 | 90 | 71 | 73 | 73 | 70 | 70 | 72 | 77 | 75 | 87 | 70 | 74 | 74,2 |
| 09:00 | 75 | 67 | 68 | 68 | 81 | 70 | 68 | 71 | 72 | 65 | 65 | 71 | 72 | 72 | 71 | 71 | 89 | 67 | 70 | 69 | 65 | 70 | 73 | 75 | 68 | 79 | 65 | 73 | 71,1 |
| 10:00 | 72 | 69 | 68 | 69 | 77 | 66 | 68 | 68 | 71 | 65 | 64 | 67 | 66 | 65 | 71 | 64 | 79 | 70 | 68 | 68 | 65 | 70 | 75 | 77 | 63 | 82 | 69 | 67 | 69,4 |
| 11:00 | 72 | 68 | 66 | 68 | 65 | 67 | 69 | 68 | 69 | 63 | 61 | 64 | 63 | 62 | 72 | 61 | 71 | 67 | 67 | 65 | 64 | 63 | 70 | 74 | 70 | 78 | 85 | 68 | 67,9 |
| 12:00 | 62 | 65 | 68 | 68 | 64 | 64 | 67 | 64 | 77 | 64 | 62 | 64 | 61 | 65 | 69 | 60 | 70 | 67 | 67 | 65 | 65 | 66 | 65 | 75 | 65 | 79 | 65 | 68 | 66,5 |
| 13:00 | 65 | 65 | 67 | 68 | 65 | 63 | 66 | 67 | 67 | 61 | 63 | 66 | 63 | 64 | 59 | 65 | 70 | 65 | 67 | 65 | 63 | 65 | 73 | 75 | 62 | 83 | 59 | 68 | 66,0 |
| 14:00 | 65 | 67 | 69 | 69 | 65 | 67 | 65 | 68 | 67 | 61 | 63 | 64 | 64 | 68 | 67 | 68 | 71 | 65 | 68 | 65 | 64 | 65 | 72 | 74 | 65 | 93 | 65 | 85 | 68,2 |
| 15:00 | 65 | 66 | 70 | 68 | 77 | 67 | 67 | 72 | 67 | 68 | 67 | 63 | 68 | 70 | 69 | 70 | 73 | 68 | 69 | 65 | 64 | 68 | 74 | 68 | 67 | 90 | 68 | 85 | 69,8 |
| 16:00 | 67 | 69 | 72 | 67 | 69 | 67 | 72 | 73 | 68 | 71 | 65 | 67 | 70 | 72 | 73 | 70 | 74 | 68 | 70 | 70 | 65 | 70 | 75 | 68 | 70 | 90 | 69 | 81 | 70,8 |
| 17:00 | 68 | 72 | 74 | 67 | 75 | 70 | 74 | 74 | 72 | 75 | 67 | 70 | 71 | 73 | 75 | 72 | 75 | 71 | 70 | 72 | 69 | 71 | 77 | 70 | 75 | 82 | 70 | 79 | 72,5 |
| 18:00 | 70 | 74 | 75 | 70 | 71 | 70 | 75 | 74 | 73 | 75 | 67 | 70 | 74 | 75 | 77 | 75 | 75 | 75 | 72 | 72 | 71 | 71 | 77 | 75 | 85 | 75 | 70 | 85 | 73,9 |
| 19:00 | 71 | 74 | 76 | 74 | 73 | 71 | 75 | 79 | 75 | 79 | 71 | 72 | 75 | 75 | 79 | 75 | 75 | 75 | 72 | 75 | 73 | 73 | 78 | 79 | 85 | 78 | 72 | 85 | 75,5 |
| 20:00 | 72 | 75 | 77 | 80 | 77 | 72 | 77 | 78 | 75 | 80 | 73 | 75 | 76 | 76 | 80 | 75 | 75 | 80 | 73 | 77 | 75 | 75 | 79 | 81 | 90 | 77 | 73 | 85 | 77,1 |
| 21:00 | 75 | 75 | 83 | 83 | 84 | 75 | 83 | 78 | 75 | 83 | 73 | 75 | 77 | 77 | 80 | 75 | 77 | 78 | 73 | 77 | 77 | 75 | 79 | 83 | 90 | 75 | 74 | 85 | 78,4 |
| 22:00 | 75 | 77 | 81 | 81 | 85 | 75 | 90 | 78 | 75 | 77 | 75 | 76 | 77 | 77 | 80 | 75 | 85 | 78 | 73 | 75 | 79 | 77 | 82 | 83 | 94 | 75 | 75 | 88 | 79,2 |
| 23:00 | 75 | 81 | 81 | 84 | 89 | 75 | 94 | 78 | 78 | 77 | 75 | 77 | 78 | 78 | 78 | 77 | 83 | 79 | 74 | 75 | 82 | 78 | 84 | 85 | 94 | 77 | 75 | 89 | 80,4 |
| Média Diária | 74,0 | 73,1 | 75,5 | 75,0 | 76,4 | 74,3 | 75,2 | 77,8 | 74,4 | 73,8 | 71,1 | 72,8 | 75,0 | 74,3 | 75,0 | 74,7 | 80,6 | 75,4 | 73,0 | 72,7 | 71,8 | 75,5 | 76,6 | 79,8 | 79,2 | 85,2 | 72,7 | 80,3 | 75,5 |

Fonte: A partir de dados da subdivisão de meteorologia do CINDACTA III.

Apêndice B

IMAGENS DOS EDIFÍCIOS DURANTE AS MEDIÇÕES



Figura 52: Imagens dos edifícios em torno de 6:00h. nos primeiros dias de medição: Período - 12/04/05 à 17/04/05.
 Fonte: Acervo do autor.



Figura 53: Imagens dos edifícios em torno de 6:00h. nos últimos dias de medição: Período - 03/05/05 à 09/05/05.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 54: Imagens dos edifícios às 11:00h. nos primeiros dias de medição: Período - 12/04/05 à 22/04/05.

Fonte: Acervo do autor.

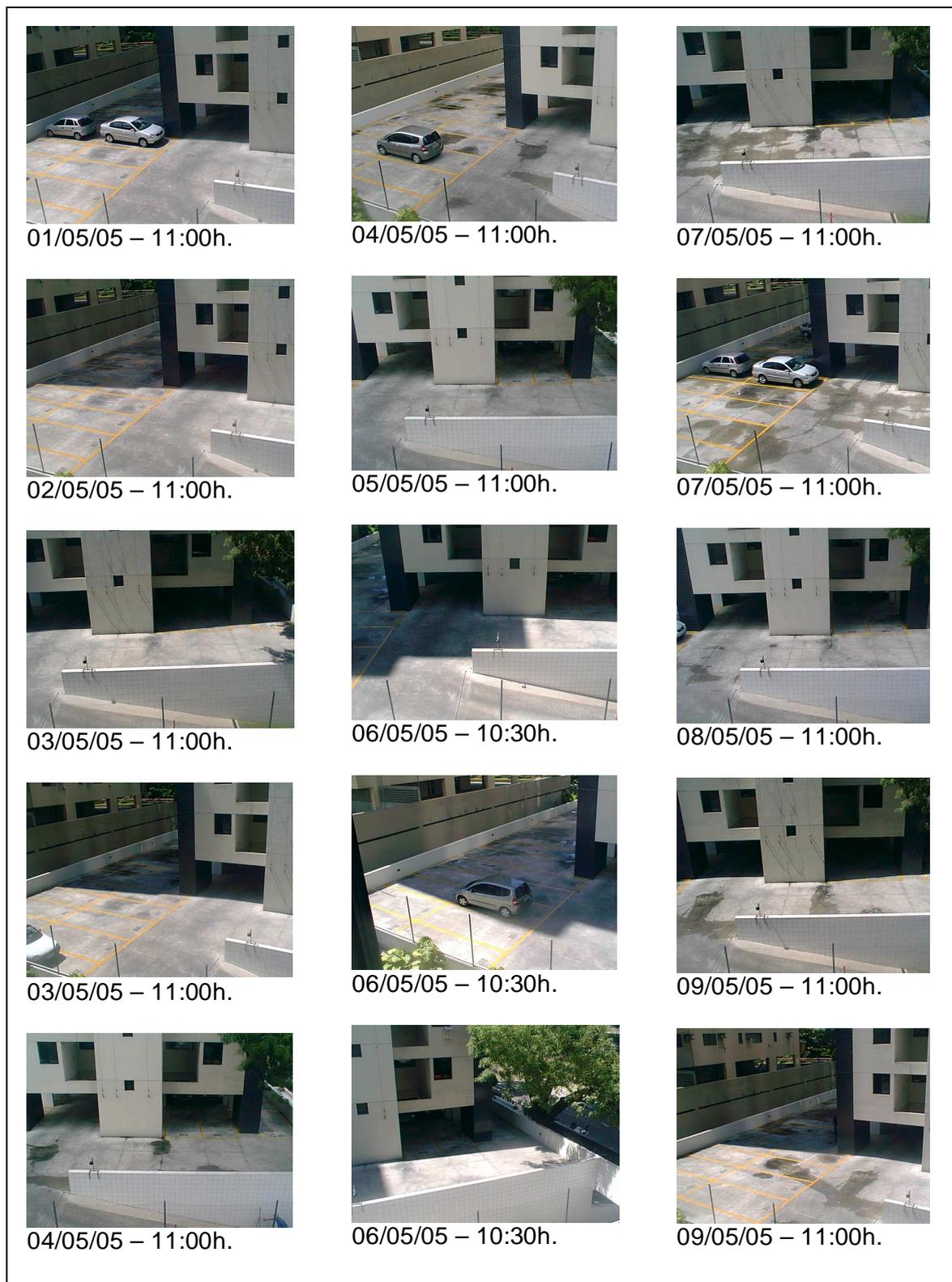


Figura 55: Imagens dos edifícios às 11:00h. nos últimos dias de medição: Período - 01/05/05 à 09/05/05.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 56: Imagens dos edifícios em torno de 12:00h. nos primeiros dias de medição: Período - 13/04/05 à 25/04/05.

Fonte: Acervo do autor.

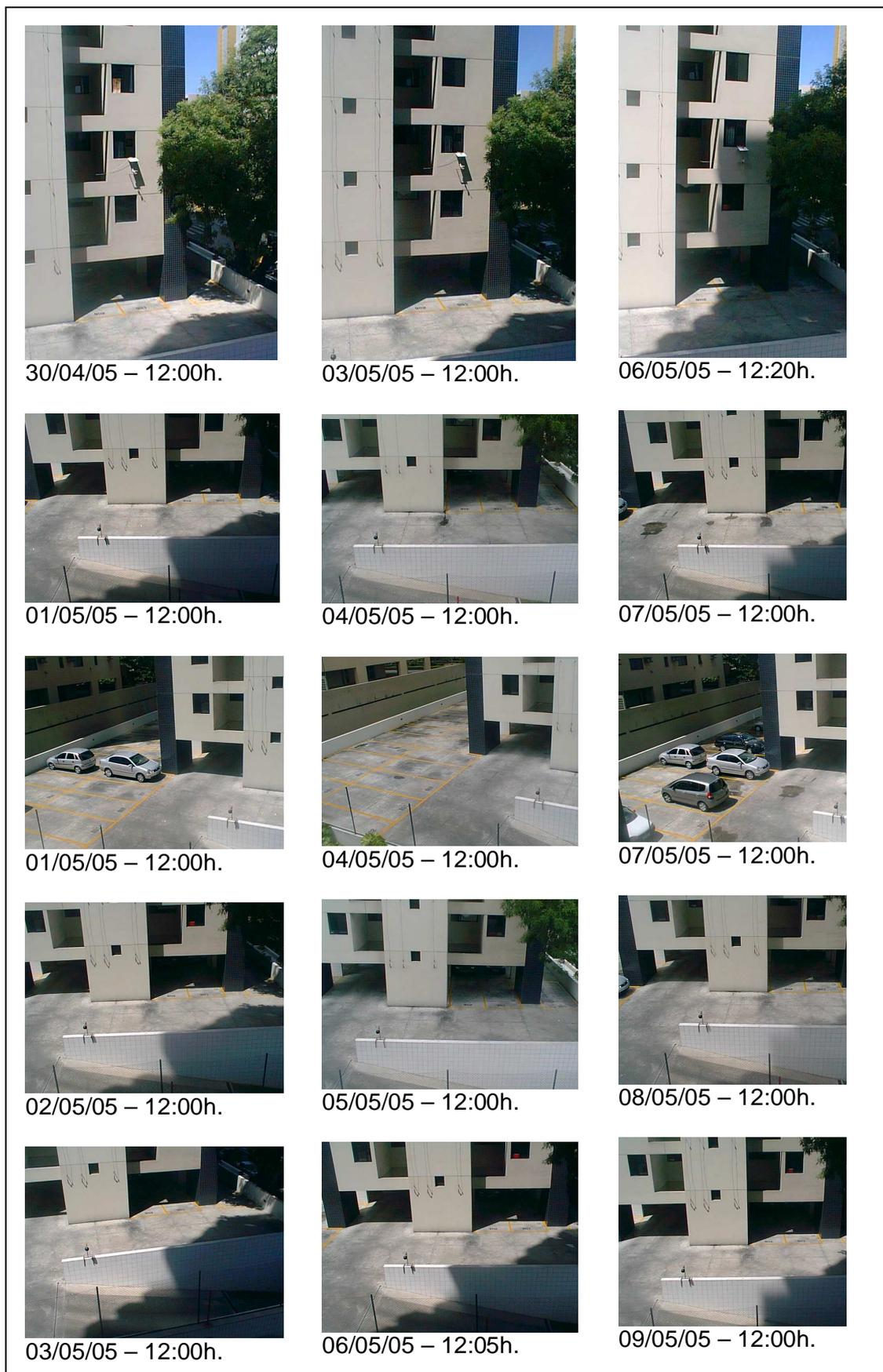


Figura 57: Imagens dos edifícios em torno de 12:00h. nos últimos dias de medição: Período - 30/04/05 à 09/05/05.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 58: Imagens dos edifícios em torno de 13:00h. nos primeiros dias de medição: Período - 12/04/05 à 18/04/05.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 59: Imagens dos edifícios às 13:00h. nos últimos dias de medição:
Período - 03/05/05 à 09/05/05.

Fonte: Acervo do autor.

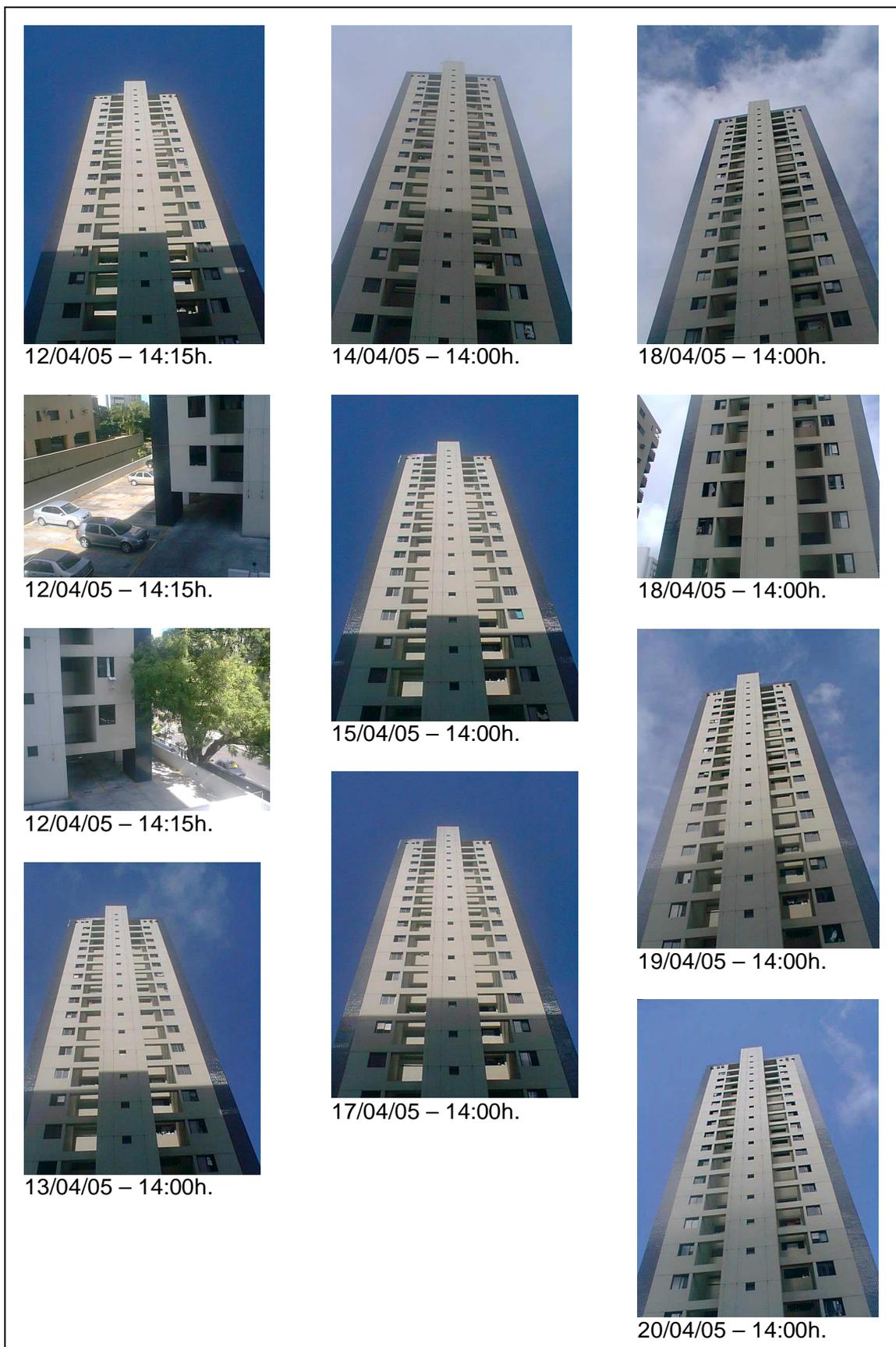


Figura 60: Imagens dos edifícios em torno de 14:00h. nos primeiros dias de medição: Período - 12/04/05 à 20/04/05.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 61: Imagens dos edifícios em torno de 14:00h. nos últimos dias de medição: Período - 02/05/05 à 09/05/05.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 62: Imagens dos edifícios em torno de 15:00h. nos primeiros dias de medição: Período - 12/04/05 à 17/04/05.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 63: Imagens dos edifícios às 15:00h. nos últimos dias de medição:
Período - 02/05/05 à 09/05/05.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 64: Imagens dos edifícios em torno de 16:00h. nos primeiros dias de medição: Período - 12/04/05 à 18/04/05.

Fonte: Ácervo do autor.

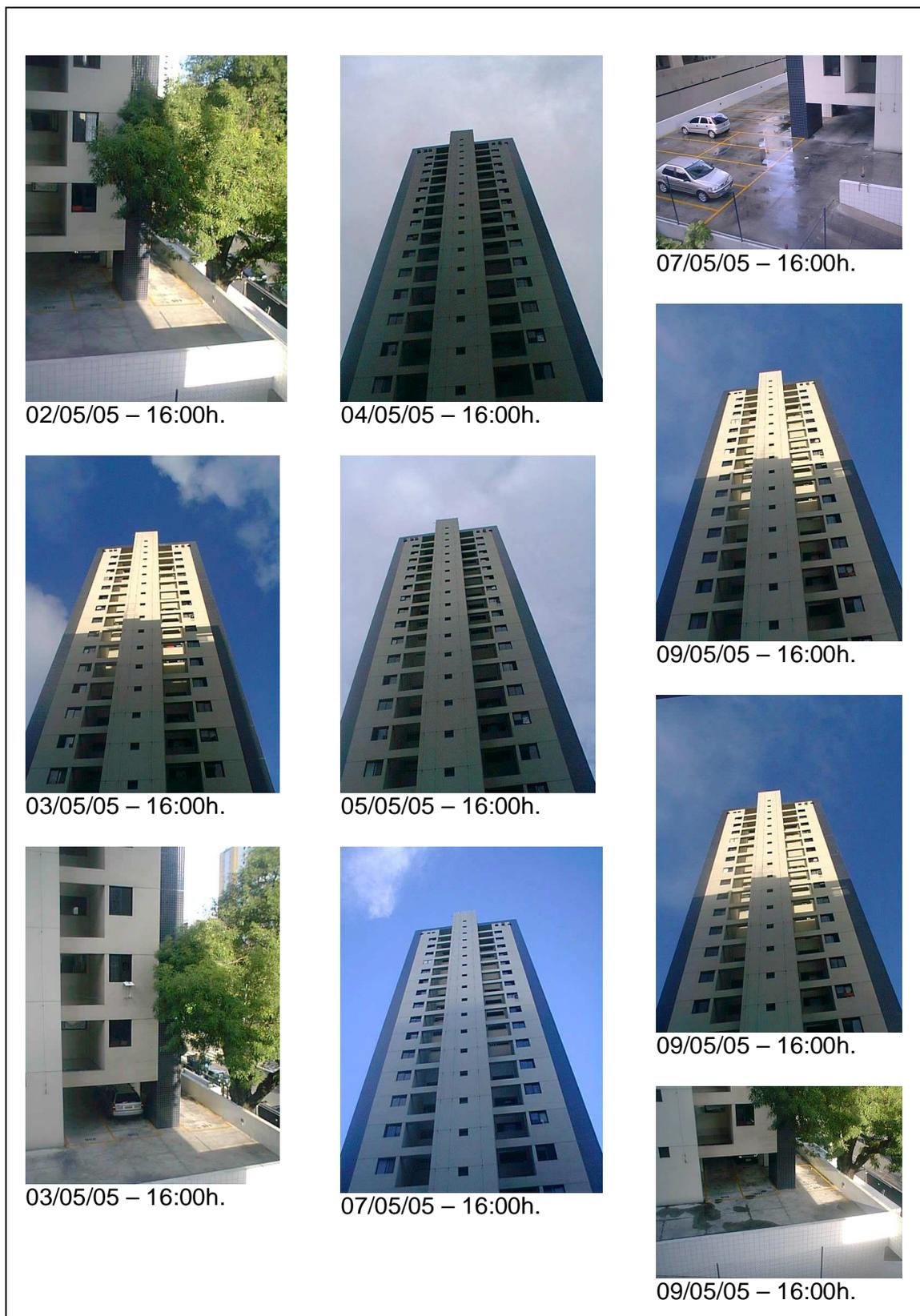


Figura 65: Imagens dos edifícios às 16:00h. nos últimos dias de medição: Período - 02/05/05 à 09/05/05.

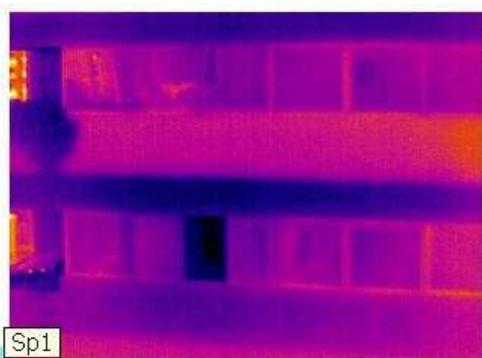
Fonte: Acervo do autor.

Apêndice C

IMAGENS INFRAVERMELHAS DOS EDIFÍCIOS



14:26h.



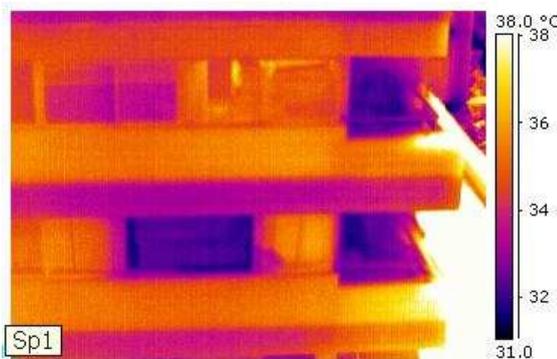
14:25:03h.



14:25:05h.



14:26:50h.



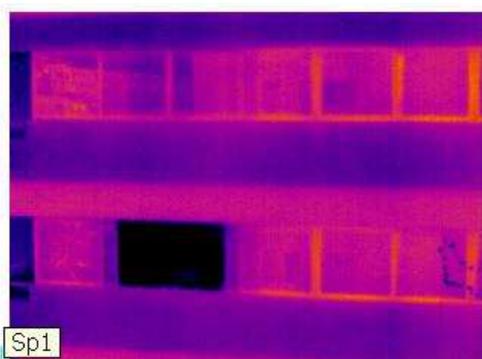
14:26:37h.

Figura 66: Imagens convencional e infravermelhas do terceiro ao sexto pavimentos do Edifício C.

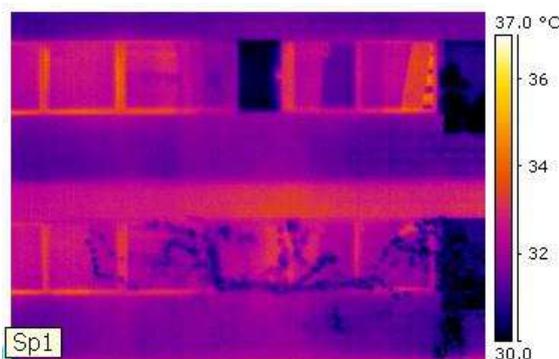
Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.



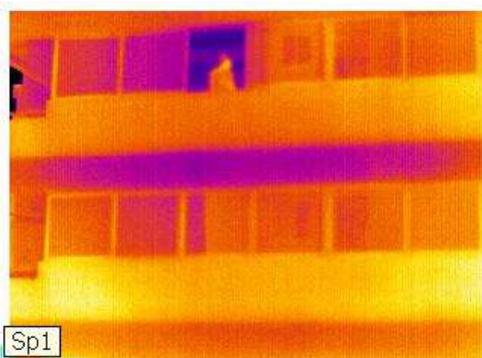
14:33h.



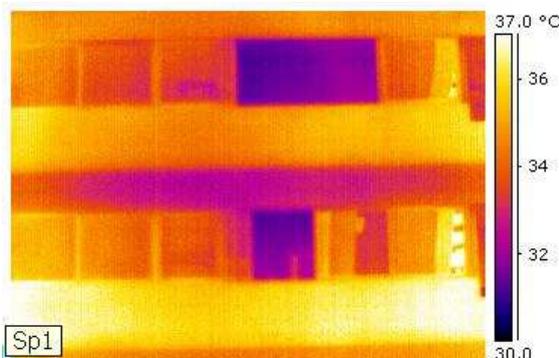
14:33:00h.



14:32:51h.



14:27:46h.



14:27:36h.

Figura 67: Imagens convencional e infravermelhas do sétimo ao décimo pavimentos do Edifício C.

Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.

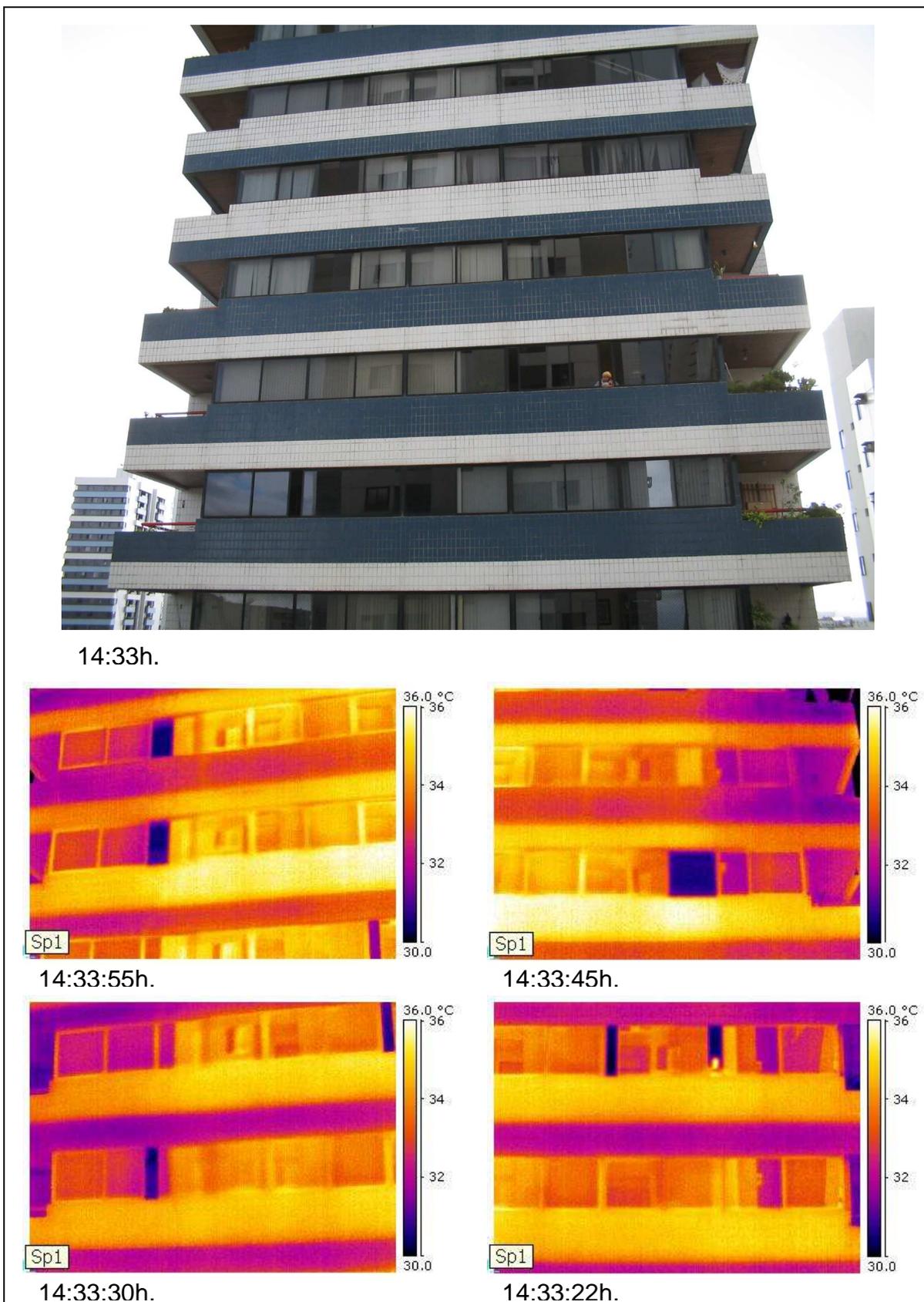
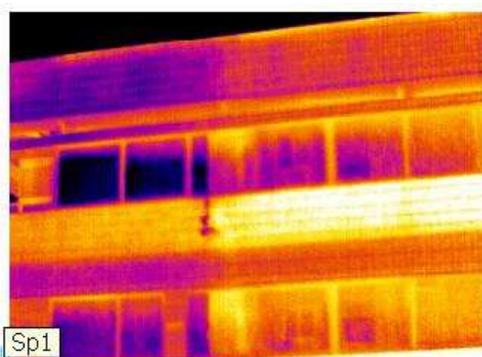


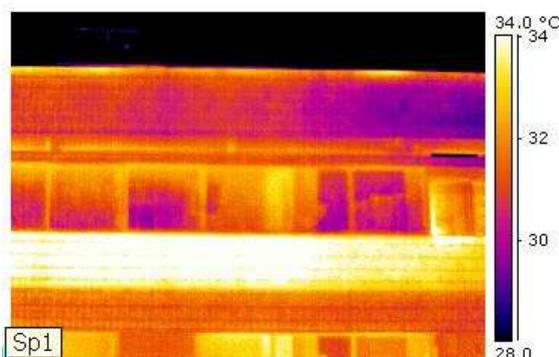
Figura 68: Imagens convencionais e infravermelhas do décimo primeiro ao décimo quarto pavimentos do Edifício C.
 Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.



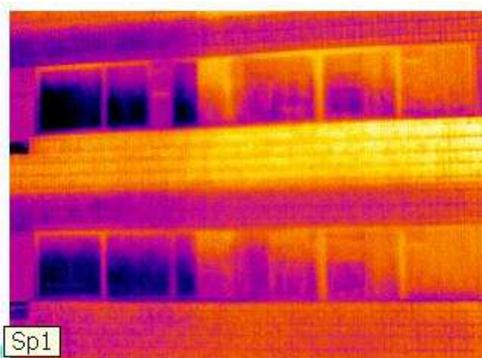
14:41h.



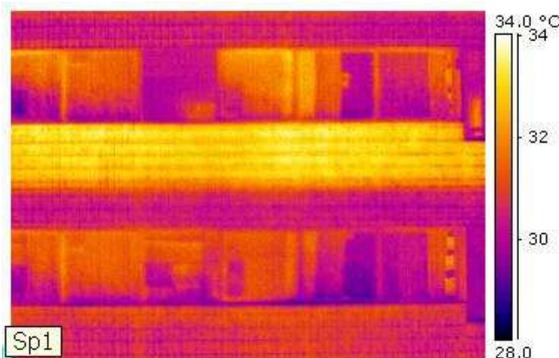
14:41:03h.



14:40:55h.



14:40:40h.



14:40:32h.

Figura 69: Imagens convencional e infravermelhas do décimo quinto ao décimo sétimo pavimentos do Edifício C.

Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.

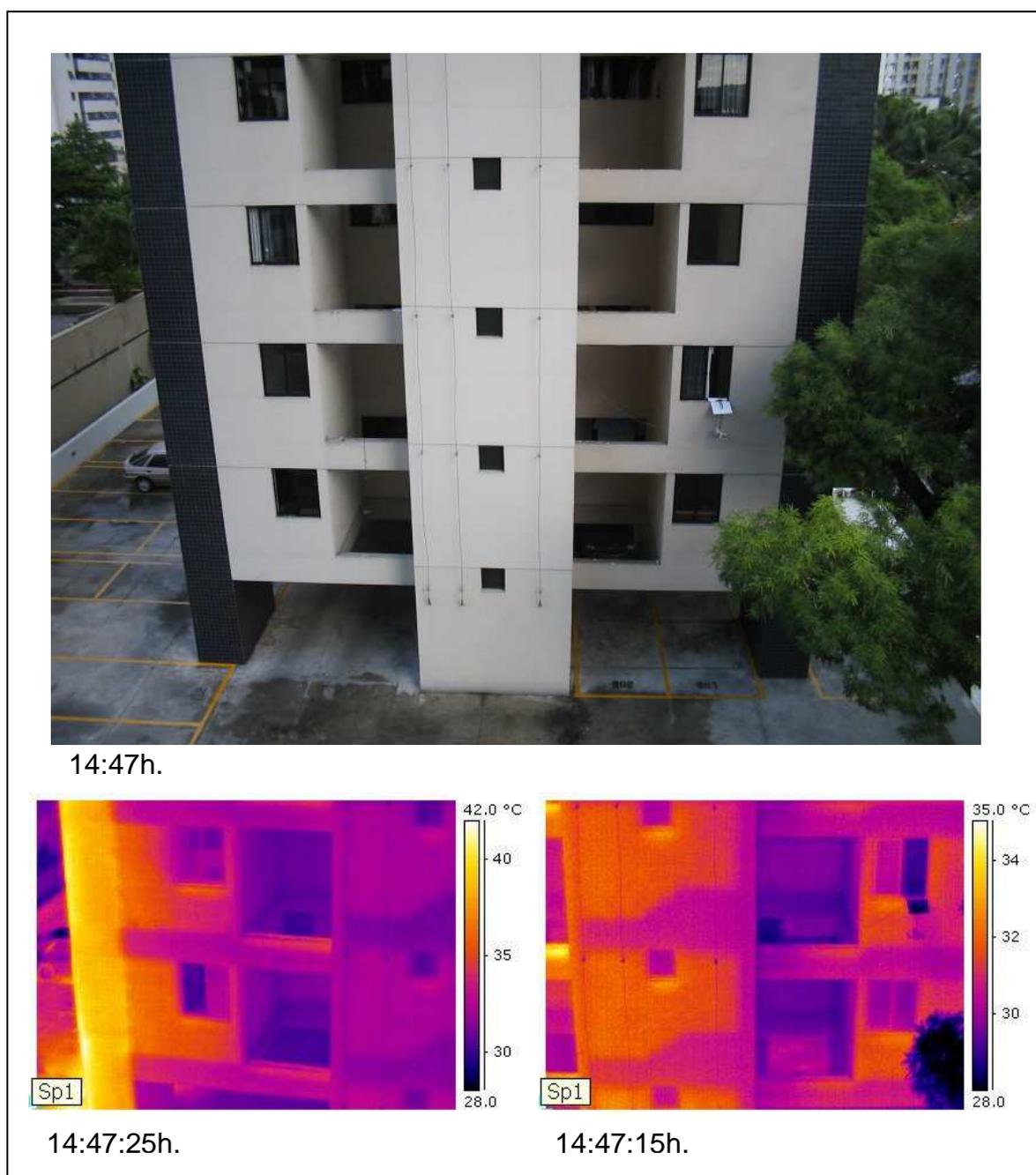


Figura 70: Imagens convencionais e infravermelhas do terceiro e quarto pavimentos do Edifício D.

Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.

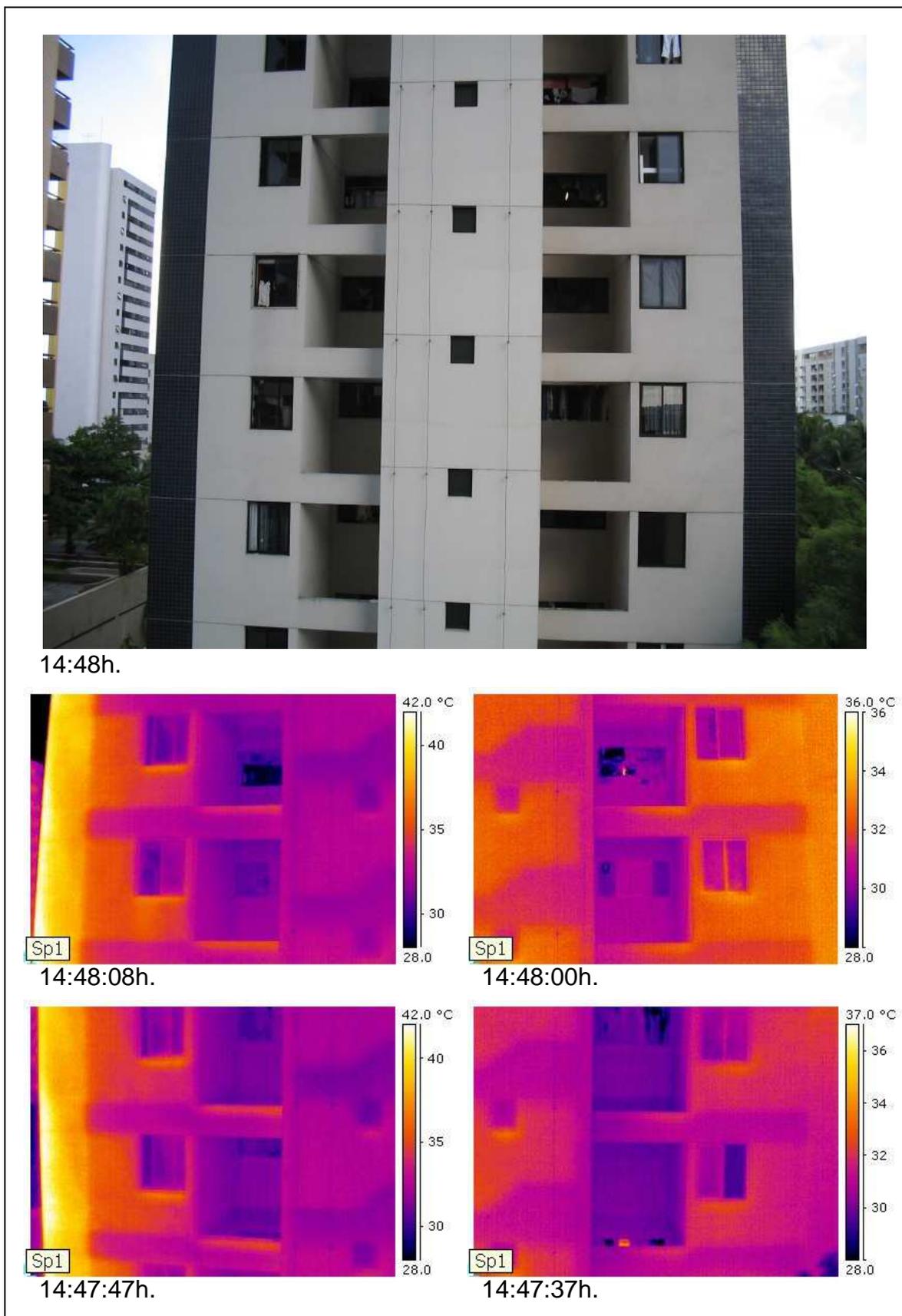


Figura 71: Imagens convencional e infravermelhas do quinto ao oitavo pavimentos do Edifício D.

Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.

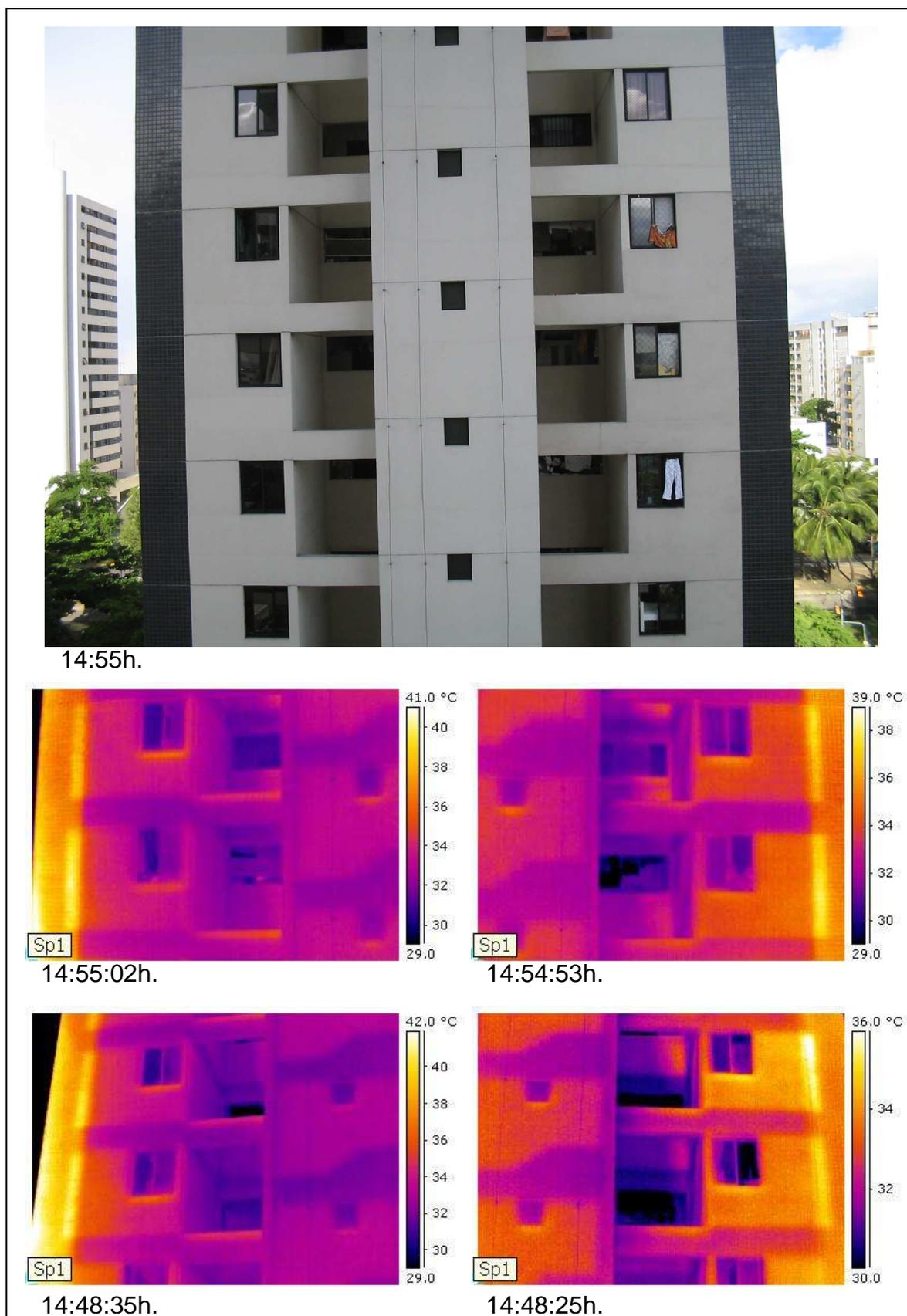


Figura 72: Imagens convencional e infravermelhas do nono ao décimo segundo pavimentos do Edifício D.

Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.

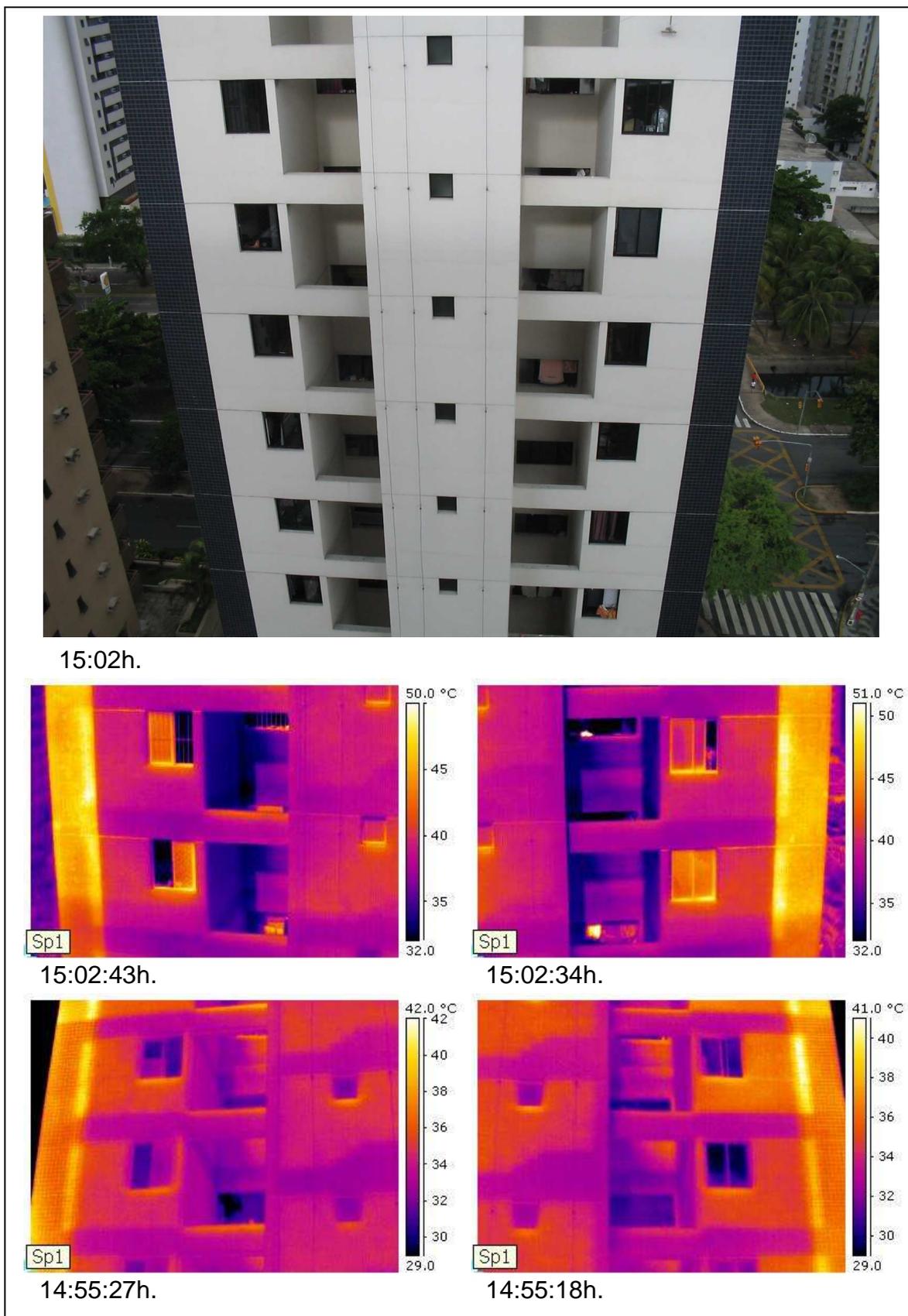


Figura 73: Imagens convencional e infravermelhas do décimo terceiro ao décimo sexto pavimentos do Edifício D.
 Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.

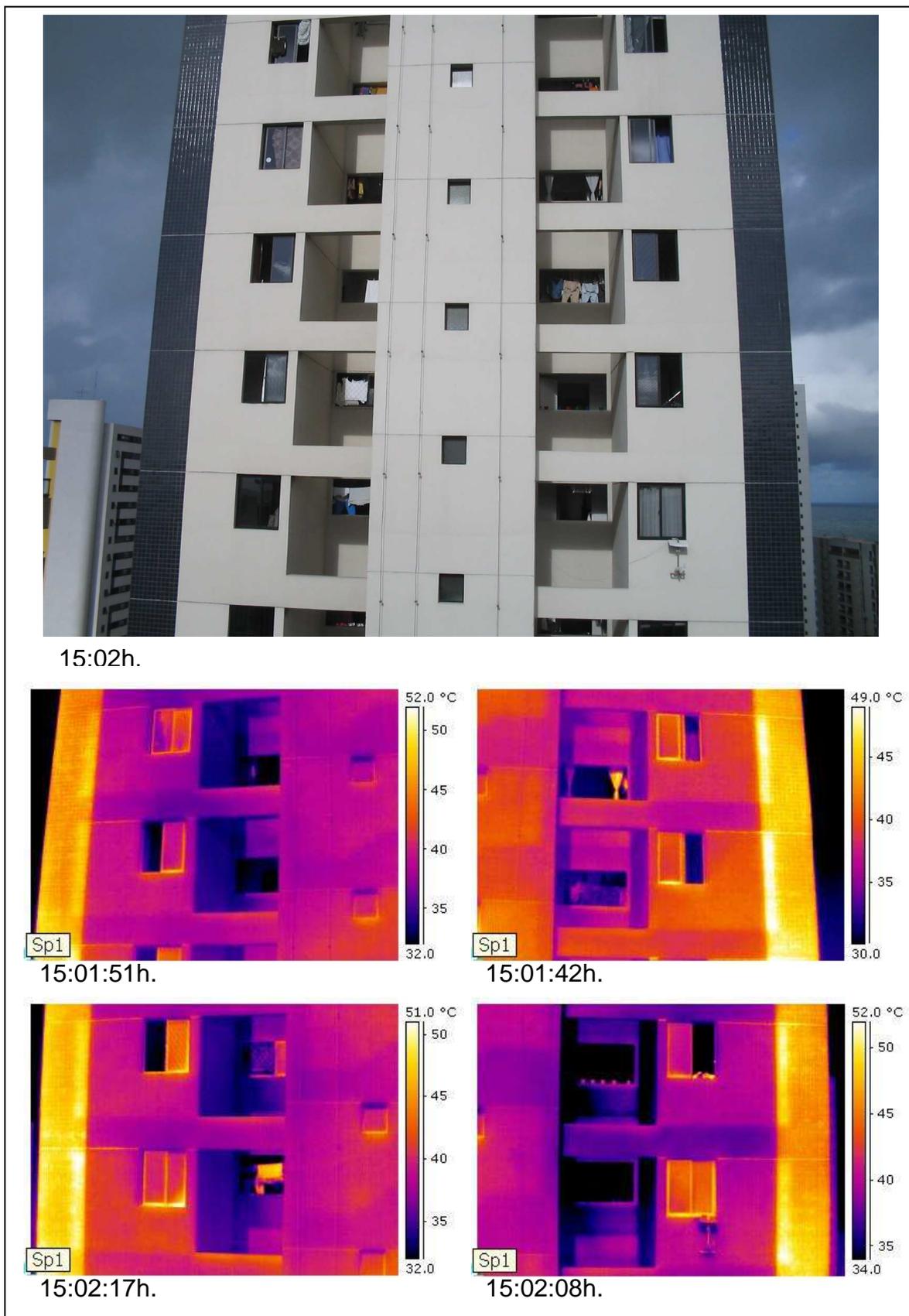


Figura 74: Imagens convencional e infravermelhas do décimo sétimo ao vigésimo pavimentos do Edifício D.

Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.

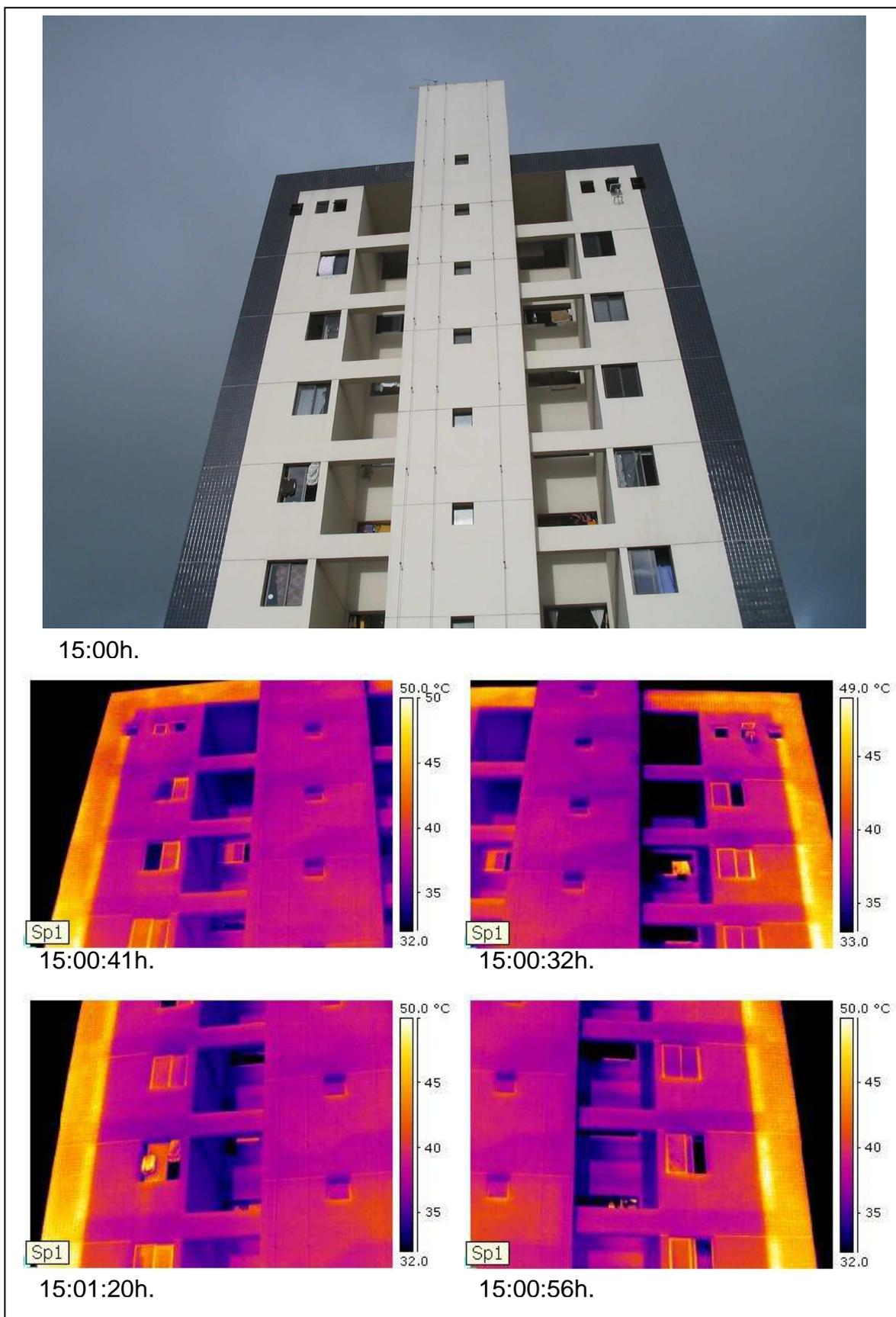


Figura 75: Imagens convencional e infravermelhas do vigésimo primeiro ao vigésimo quinto pavimentos do Edifício D.
 Fonte: Acervo do autor – 10 de maio de 2005.