

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA**

MILTON DE ALMEIDA BARBOSA

**INFLUÊNCIA DO PAISAGISMO E TECNOLOGIA CONSTRUTIVA
NO CLIMA E QUALIDADE DE ESPAÇOS RESIDENCIAIS
COM EXEMPLO NA VILA TECNOLÓGICA DE CURITIBA/PR**

**CURITIBA
2008**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Milton de Almeida Barbosa

**INFLUÊNCIA DO PAISAGISMO E TECNOLOGIA CONSTRUTIVA
NO CLIMA E QUALIDADE DE ESPAÇOS RESIDENCIAIS
COM EXEMPLO NA VILA TECNOLÓGICA DE CURITIBA/PR**

Dissertação apresentada ao programa de
Pós-graduação em Tecnologia
da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná , como parte dos requisitos
para a obtenção do título de Mestre
em Tecnologia.
Orientador: Eduardo Leite Krüger, Prof. Dr.

**CURITIBA
2008**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: Influência do paisagismo e tecnologia construtiva
no clima e qualidade de espaços residenciais
com exemplo na Vila Tecnológica de Curitiba/PR**

AUTOR: MILTON DE ALMEIDA BARBOSA

Dissertação defendida e aprovada em 28 de março de 2008, pela comissão
julgadora:

Prof. Dr. Eduardo Leite Krüger
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Orientador

Profa. Dra. Eleonora Sad de Assis
Dep. Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo,
Escola de Arquitetura da UFMG
Examinadora Externa

Profa. Dra. Faimara Rocio Strauss
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Examinadora

Profa. Dra. Eliane Müller Seraphim Dumke
Examinadora Externa

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus fonte de perfeição e inspiração,
À Karla; ao Arthur e quem mais chegar;
Aos pais Natal (i.m.) e Joana,
Ao irmão, sogro e famílias.

AGRADECIMENTOS

Professor Doutor Eduardo Leite Krüger, pela confiança a mim depositada, pela fundamental e presente orientação, compreensão e profissionalismo;

Professoras Dr^{as}. participantes da banca de qualificação, pela essencial contribuição; meus Professores dos Programas de Mestrado: de Tecnologia da UTFPR, de Geografia da UFPR, da UEL e da UNESP, por atestarem e enobrecerem a função de educador, e ainda contribuir ministrando as disciplinas que inspiraram e formataram o presente trabalho;

peçoal das respectivas Secretarias e colegas dos cursos: Raul, Izabelle, Suzana, Zem, Francine, Edu, Wivian, Claudião, e demais, pelo companheirismo e apoio;

amigos da Abissal Design, da Arquitetura Biovital, e Iluir, Osni, Luciana, Lenize e tantos outros, pela amizade em si;

peçoal dos Departamentos PPGTE/UTFPR e Laboclima/Geografia da UFPR pelo empréstimo de equipamentos; amigos Marciel e Sheila da SIMEPAR, pelo apoio e fornecimento de dados;

Luana e Akemi pela colaboração inclusive auxílio nas medições; Silvio e peçoal do Posto de Guarda Municipal da Vila Tecnológica, pela cessão de espaços e ajuda no experimento;

UTFPR, pelo século no cumprimento do papel de disseminação de saberes e formação moral.

EPÍGRAFE

Como está abandonada a cidade tão povoada!
Rainha entre as províncias, ficou sujeita ao tributo.
(Lamentações de Jeremias, 1;1)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
	1.1 ABRANGÊNCIAS E JUSTIFICATIVAS	1
	1.2 METAS E FERRAMENTAS INVESTIGATIVAS	2
	1.3 PRESSUPOSTOS PARA O DESENVOLVIMENTO TEÓRICO E EXPERIMENTAL	3
	1.4 CONSIDERAÇÕES ACERCA DE QUALIDADE DE VIDA E OS FATORES EM QUESTÃO.....	5
	1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	7
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
	2.1 PLANEJAMENTO URBANO: ASPECTOS ESTRUTURAIS E CRITÉRIOS DE ADEQUAÇÃO.....	11
	2.1.1 Qualidade de vida e planejamento urbano em Curitiba	17
	2.2 O CLIMA URBANO E A BUSCA DE UMA ARQUITETURA SUSTENTÁVEL.....	22
	2.2.1 Clima: fatores e variáveis abordados e complementares	32
	2.3 A VEGETAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE CONFORTO TÉRMICO APLICADA AO MEIO URBANO.....	37
	2.3.1 Estudos de campo acerca da influência da vegetação.....	42
3	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO	49
	3.1 VILA TECNOLÓGICA DE CURITIBA – ASPECTOS GEOGRÁFICOS E GERAIS.....	49
	3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS ADOTADAS PARA O CASO DE ESTUDO.....	53
	3.3 ASPECTOS DA VEGETAÇÃO ANALISADA NA VILA TECNOLÓGICA.....	54
	3.4 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO LOCAL DO EXPERIMENTO.....	57
4	METODOLOGIA	61
	4.1 INSTRUMENTAÇÃO: EQUIPAMENTOS E MATERIAIS.....	62
	4.1.1 Estação meteorológica local.....	62
	4.1.2 Interior das residências.....	64
	4.1.3 Transecto móvel.....	65
	4.1.4 Superfície do solo	66
	4.1.5 Temperatura ambiente na medição superficial do solo.....	67
	4.1.6 Bússola magnética.....	68
	4.1.7 Câmera fotográfica digital.....	68
	4.1.8 Luxímetro	68
	4.2 AFERIÇÃO DE INSTRUMENTOS.....	69
	4.3 PROCEDIMENTOS.....	71
	4.3.1 Escolha e descrição dos locais de monitoramento.....	73
	4.3.1.1 Estação local.....	75
	4.3.1.2 Pontos para o transecto móvel.....	75
	4.3.1.3 Unidades residenciais.....	78
	4.3.1.4 Local para medição da temperatura superficial dos solos.	84

4.3.2	Descrição das Campanhas de monitoramento.....	85
4.3.2.1	Na estação local - medição externa, aparelhos fixos.....	85
4.3.2.2	Nas áreas externas das residências – transecto móvel	87
4.3.2.3	Nas unidades residenciais – internas.....	88
4.3.2.4	Medição da temperatura superficial do solo.....	89
4.3.2.5	Medição da temperatura ambiente nas medições no solo.	91
4.3.3	Caracterização das refletâncias solares – Método do papel branco.	92
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	95
5.1	DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES SINÓTICAS NO EXPERIMENTO.....	95
5.2	TEMPERATURAS INTERNAS: ANALISANDO DADOS E EFEITOS DE FATORES CONDICIONANTES	102
5.2.1	Tecnologia construtiva de tijolos cerâmicos furados: Unidades 01 (arborizada) e 02 (sem vegetação).....	104
5.2.2	Tecnologia construtiva com paredes de madeira: Unidades 03 (arborizada) e 04 (sem vegetação).....	105
5.2.3	Tecnologia construtiva com blocos de concreto celular: Unidades 05 (arborizada) e 06 (sem vegetação).....	107
5.2.4	Tecnologia construtiva com placas de concreto/câmara de ar: Unidades 07 (arborizada) e 08 (sem vegetação).....	109
5.2.5	Análise com base no fator decremental e temperatura média dos 3 horários de medição.....	111
5.2.6	Análise com base no fator decremental do período de maiores amplitudes térmicas.....	112
5.3	ANÁLISE DO EFEITO DA VEGETAÇÃO NAS TEMPERATURAS EXTERNAS DAS VIAS ADJACENTES POR TRANSECTO.....	116
5.3.1	Resultados das medições expressos para avaliação.....	116
5.4	AValiação DA INFLUÊNCIA DO TIPO DE COBERTURA DE SOLO.....	122
5.4.1	Resultados obtidos pela medição das temperaturas superficiais sob radiação solar direta.....	123
5.4.2	Resultados verificados na medição da refletância.....	125
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	127
	REFERÊNCIAS.....	131
	APÊNDICES.....	135
	APÊNDICE A – Registros em planilha dos dados obtidos nas medições	135
	APÊNDICE B – Exemplos de tabelas das aferições.....	142
	APÊNDICE C – Exemplo de formulário de entrevista descartada.....	145
	ANEXOS.....	146
	ANEXO A – Imagens de satélite no período do transecto.....	146
	ANEXO B – Nefanálise – conceitos e interpretações.....	155
	ANEXO C – Dados de Radiação Solar no dia 25/05/07 – SIMEPAR.....	157

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01 – Carta Bioclimática com estratégias para Curitiba e zonas de conforto.	59
GRÁFICO 02 – Seções Estação x Tempo – Sistemas Frontais atuantes no Brasil em Maio de 2004 – Estações Litorâneas.	97
GRÁFICO 03 – Seções Estação x Tempo – Sistemas Frontais atuantes no Brasil em Junho de 2004 – Estações Litorâneas.	97
GRÁFICO 04 – Temperaturas externas e influências sinóticas às 08:30hs.....	101
GRÁFICO 05 – Temperaturas externas e influências sinóticas às 13:30hs.....	101
GRÁFICO 06 – Temperaturas externas e influências sinóticas às 17:30hs.....	101
GRÁFICO 07 – Temperaturas internas das casas 1 e 2 e estação local às 08:30hs.....	104
GRÁFICO 08 – Temperaturas internas das casas 1 e 2 e estação local às 13:30hs.....	104
GRÁFICO 09 – Temperaturas internas das casas 1 e 2 e estação local às 17:30hs.....	104
GRÁFICO 10 – Temperaturas internas das casas 3 e 4 e estação local às 08:30hs.....	106
GRÁFICO 11 – Temperaturas internas das casas 3 e 4 e estação local às 13:30hs.....	106
GRÁFICO 12 – Temperaturas internas das casas 3 e 4 e estação local às 17:30hs.....	106
GRÁFICO 13 – Temperaturas internas das casas 5 e 6 e estação local às 08:30hs.....	108
GRÁFICO 14 – Temperaturas internas das casas 5 e 6 e estação local às 13:30hs.....	108
GRÁFICO 15 – Temperaturas internas das casas 5 e 6 e estação local às 17:30hs.....	108
GRÁFICO 16 – Temperaturas internas das casas 7 e 8 e estação local às 08:30hs.....	110
GRÁFICO 17 – Temperaturas internas das casas 7 e 8 e estação local às 13:30hs.....	110
GRÁFICO 18 – Temperaturas internas das casas 7 e 8 e estação local às 17:30hs.....	110
GRÁFICO 19 – Fator Decremental entre unidades arborizadas e em pleno sol.....	112
GRÁFICO 20 – Variação das amplitudes internas nas casas 01 e 02 e externa.....	113
GRÁFICO 21 – Variação das amplitudes internas nas casas 03 e 04 e externa.....	113
GRÁFICO 22 – Variação das amplitudes internas nas casas 05 e 06 e externa.....	114
GRÁFICO 23 – Variação das amplitudes internas nas casas 07 e 08 e externa.....	114
GRÁFICO 24 – Percurso dos pontos a, b, c – passagem inicial de 18 a 19/05/04.....	117
GRÁFICO 25 – Percurso dos pontos d, e, f, g de 18 a 19/05/04.....	117
GRÁFICO 26 – Passagem dos pontos a', b', c' - passagem final de 18 a 19/05/04.....	117
GRÁFICO 27 – Percurso dos pontos a, b, c – passagem inicial de 05 a 07/06/04.....	119
GRÁFICO 28 – Percurso dos pontos d, e, f, g de 05 a 07/06/04.....	119
GRÁFICO 29 – Passagem dos pontos a', b', c' - passagem final de 05 a 07/06/04.....	119
GRÁFICO 30 – Evolução das temperaturas dos solos x radiação solar.....	123
GRÁFICO 31 – Perfil vertical médio da pressão do ar.....	156

LISTA DE MAPAS

MAPA 01 – Localização geográfica da Vila Tecnológica.....	49
MAPA 02 – Vila Tecnológica – implantação.....	51
MAPA 03 – Localização dos pontos do experimento.....	74
MAPA 04 – Percurso efetuado no transecto.....	88

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – Unidades habitacionais escolhidas para o experimento.....	78
--	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – Anúncio de agrupamento de casas com apelo naturalista	21
FIGURA 02 – Variação diária da temperatura d(°C) o ar sob arborização	39
FIGURA 03 – Efeitos básicos da barreira vegetal.....	41
FIGURA 04 – Previsões meteorológicas para escolha do dia das medições.....	89
FIGURA 05 – Imagem do Satélite GOES / América do Sul.	99
FIGURA 06 – Imagem de Satélite / Exemplo de nefanálise interpretativa.....	100
FIGURA 07 – Exemplo de formulário para entrevista.....	141
FIGURA 08 – Imagem de satélite dia 17/05/04 – 17:09 horas.....	146
FIGURA 09 e 10 – Imagem de satélite dia 18/05/04 – 8:09 e 12:39 horas.....	147
FIGURA 11 – Imagem de satélite dia 18/05/04 – 18:09 horas.....	148
FIGURA 12 – Imagem de satélite dia 19/05/04 – 8:09 horas.....	148
FIGURA 13 e 14 – Imagem de satélite dia 19/05/04 – 13:09 e 18:39 horas.....	149
FIGURA 15 – Imagem de satélite dia 04/06/04 – 187:09 horas.....	150
FIGURA 16 – Imagem de satélite dia 05/06/04 – 08:09 horas.....	150
FIGURA 17 e 18 – Imagem de satélite dia 05/06/04 – 13:09 e 17:39 horas.....	151
FIGURA 19 e 20 – Imagem de satélite dia 06/06/04 – 08:09 e 13:09 horas.....	152
FIGURA 21 – Imagem de satélite dia 06/06/04 – 18:09 horas.....	153
FIGURA 22 – Imagem de satélite dia 07/06/04 – 8:09 horas.....	153
FIGURA 23 e 24 – Imagem de satélite dia 07/06/04 – 15:09 e 18:39 horas.....	154

TABELAS

TABELA 01 – Valores médios de albedo.....	33
TABELA 02 – Propriedades radiantes de alguns materiais urbanos.	34
TABELA 03 – Temperaturas Características e Fator Decremental de cada unidade com base na temperatura média dos 3 horários medidos.....	111
TABELA 04 – Amplitudes e Fator Decremental nas unidades.....	115
TABELA 05 – Percurso dos pontos a, b, c de 18 a 19/05/04.....	118
TABELA 06 – Percurso dos pontos d, e, f, g de 18 a 19/05/04.....	118
TABELA 07 – Percurso dos pontos a`, b`, c` 18 a 19/05/04.....	118
TABELA 08 – Percurso dos pontos a, b, c de 05 a 07/06/04.....	120
TABELA 09 – Percurso dos pontos d, e, f, g de 05 a 07/06/04.....	120
TABELA 10 – Percurso dos pontos a`, b`, c` de 05 a 07/06/04.....	120
TABELA 11 – Medição comparativa da refletância dos pisos.....	126
TABELA 12 – Temperaturas internas das casas/8:30 horas.....	135
TABELA 13 – Temperaturas internas das casas/13:30 horas.....	136
TABELA 14 – Temperaturas internas das casas/17:30 horas.....	137
TABELA 15 – Registros da umidade relativa do ar e velocidade e direção do vento....	138
TABELA 16 – Transecto – período matutino.....	139
TABELA 17 – Transecto – período médio do dia	140
TABELA 18 – Transecto – período vespertino.....	141
TABELA 19 – Determinação de umidade relativa do ar.....	142
TABELA 20 – Verificação da estabilidade dos aparelhos.....	142
TABELA 21 - Determinação geral dos coeficientes de correção aplicados.....	143
TABELA 22 - Determinação dos coeficientes de correção entre Hobos e estação.....	144
TABELA 23 – Dados da radiação solar em 25/05/07 – SIMEPAR.....	157

LISTA DE FOTOS

FOTO 01 – Vista da Rua das Tecnologias, na quadra central.....	52
FOTO 02 – Vista de casas com diferentes tecnologias.....	54
FOTO 03 – Vista aérea da Vila Tecnológica com indicação da rua arborizada.....	55
FOTO 04 – Detalhe da arborização da Rua Lupionópolis, junto às casas avaliadas.	55
FOTO 05 – Aspecto de jardim residencial.....	56
FOTO 06 – Vista de rua sem arborização junto à casas avaliadas.....	56
FOTO 07 – Monitor dentro da estação de controle.....	62
FOTO 08 – Sensor instalado dentro de caixa protetora.....	63
FOTO 09 – Anemômetro instalado na torre.....	64
FOTO 10 – Modelos de aparelho Hobo.	64
FOTO 11 – Equipamentos para transecto.....	65
FOTO 12 – Termômetro com proteção para medir temperatura do solo.....	66
FOTOS 13 E 14 – Termômetro protegido dentro de tubo.....	67
FOTO 15 – Tripé com termômetro para temperatura ambiente.....	67
FOTO 16 – Bússola.....	68
FOTO 17 – Luxímetro.....	68
FOTO 18 – Aferição entre os aparelhos Hobo.....	69
FOTOS 19 E 20 – Aferição dos aparelhos Hobo com instrumentos da estação.....	70
FOTO 21 – Aferição dos aparelhos em conjunto.....	70
FOTO 22 – Vista de casas avaliadas na rua arborizada.....	73
FOTO 23 – Vista de casa em ruas sem arborização.....	73
FOTO 24 – Vista do Posto policial onde foi instalada a estação de controle.....	75
FOTO 25 – Local do ponto “a”, na Rua Lupionópolis.....	75
FOTO 26 – Local do ponto “d”, Eixo Rua Nova Aurora.....	75
FOTO 27 – Local do ponto “b”, em passeio público da rua arborizada.....	76
FOTO 28 – Local do ponto “e”, em terreno vazio junto ao passeio público.....	76
FOTO 29 – Local do Ponto “c”, em passeio público de rua com arborização.....	77
FOTO 30 – Local do ponto “f”, em passeio público de rua sob insolação direta.....	77
FOTO 31 – Local do ponto “g”, no meio de quadra em concreto.....	77
FOTO 32 – Vista da casa 05, rua arborizada.....	80
FOTO 33 – Vista da casa 06, rua sem arborização.....	80
FOTO 34 – Vista da casa 07, rua arborizada.....	81
FOTO 35 – Vista da casa 08, rua sem arborização.....	81
FOTO 36 – Vista da casa 01, rua arborizada.....	82
FOTO 37 – Vista da casa 02, rua sem arborização.....	82
FOTO 38 – Vista da casa 03, rua arborizada.....	83
FOTO 39 – Vista da casa 04, rua sem arborização.....	83
FOTO 40 – Medição das temperaturas superficiais, ambiente e em diferentes pisos.....	84
FOTO 41 – Vista do sensor na torre lateral da estação local.....	86
FOTO 42 – Detalhe de local de fixação do aparelho Hobo.....	89
FOTO 43 – Medição da temperatura superficial do solo com termômetro Hobo.....	90
FOTO 44 – Tripé no local para medição da temperatura ambiente.....	91
FOTO 45 – Reprodução dos pisos em fotos para o experimento.....	92
FOTO 46 – Medição da emissividade dos pisos reproduzidos em fotografia.....	93
FOTO 47 – Medição da emissividade dos pisos reproduzidos em monitor.....	93

RESUMO

Ao se planejar espaços edificados, algumas adequações tecnológicas podem influir na melhoria da qualidade de vida do habitante, com impactos sobre o microclima local proporcionando diferentes situações de conforto ambiental e com a consolidação da urbanização, sua manutenção e reciclagem. Neste sentido, a partir de pesquisa experimental, aplicada, quantitativa e bibliográfica, é objetivo deste trabalho avaliar o desempenho térmico de moradias com relação à influência da vegetação e tecnologias construtivas no microclima. Considerando isso, o projeto apresenta duas linhas: 1) no espaço aberto, analisando os efeitos microclimáticos diretos da presença ou ausência de vegetação e 2) na edificação, analisando o efeito indireto da vegetação circundante no desempenho da edificação. O local eleito é a Vila Tecnológica de Curitiba, implementada efetivamente em 1996, ocupando uma área de aproximadamente 50 mil metros quadrados e edificada sob a coordenação da COHAB-CT em convênio com o Programa de Difusão de Tecnologia para Construção de Habitações de Baixo Custo (PROTECH), onde foram usados diferentes sistemas e materiais construtivos. As avaliações de condições ambientais ocorreram externamente, observando-se efeitos diretos da vegetação no microclima; e internamente, onde foram observadas influências indiretas nas moradias pré-determinadas, diferencialmente com arborização no entorno ou com a ausência total de vegetação ao seu redor.

Palavras-chave: Conforto Ambiental, Tecnologia Construtiva, Paisagismo, Planejamento Urbano.

ABSTRACT

When planning built spaces, technical adequacies may lead to several impacts on the life quality of dwellers, such as: microclimatic effects, which can result in different thermal comfort conditions, and the definition of urban features, their maintenance and recycling. In this sense, through experimental, applied, quantitative and literature research, the purpose of this study is to evaluate the thermal performance of dwellings as a factor of building technology, microclimate and vegetation. Thus, the research has two lines of investigation: 1) in the outdoor space, through the (microclimatic) analysis of the direct effect of the presence or absence of vegetation and 2) in the built environment, by analyzing the indirect effect of adjacent vegetation on the thermal performance of a given building. The *Vila Tecnológica de Curitiba* was chosen for the study, which was implemented in 1996, occupies an area of approximately 50,000 square meters and was erected as a joint-venture between the local housing company COHAB-CT and PROTECH (*Programa de Difusão de Tecnologia para Construção de Habitações de Baixo Custo*), comprising of different building systems and materials. The environmental evaluations were carried out outdoors, by means of direct observation of the impact of vegetated areas on the microclimate; and indoors, by the verification of the indirect effect of vegetation on pre-defined dwellings, with and without adjacent vegetation.

Key-Words: Thermal Comfort, Building Technology, Landscaping, Urban Planning.

1 INTRODUÇÃO

1.1 ABRANGÊNCIAS E JUSTIFICATIVAS

O enfoque do presente trabalho está relacionado à importância do uso de critérios locais relacionados à qualidade de vida e ao conforto ambiental tendo como base o planejamento de espaços edificados e de ambientes abertos complementares que compõem o meio urbano. Seja tal base relacionada à estratégia da paisagística empregada, que interfere desde a vegetação até as questões de lazer e estéticas, ou seja com a aplicação da tecnologia construtiva adotada, com suas relativas adequações e condicionantes diretas - caso constatadas estas influências na questão contemporânea do clima urbano.

Originou-se em um contexto tanto profissional quanto acadêmico como justificativa de que a prática da arquitetura exige que se considere de suma importância o uso de critérios e tecnologias na criação de unidades ou áreas residenciais, para que tal intervenção seja a mais ambientalmente correta e promova o máximo bem estar com menores impactos negativos.

Aponta também para supostos benefícios da prática de uma arquitetura mais adequada do que aquela rudimentarmente¹ aplicada na criação do hábitat humano, desde as moradias até os agrupamentos que elas constituem. Aborda, em um recorte, a importância do uso de tecnologias construtivas e de critérios locais de vegetação no paisagismo, para contribuir com que a urbanização seja adequada ao bem estar pela sensação e efeitos térmicos, além de social e ambientalmente correta, no que se relaciona à qualidade de vida e eficiência energética.

O tema está diretamente relacionado às Áreas de Conhecimento da Arquitetura e Urbanismo, tais como Arquitetura Bioclimática, Ecológica, *Green Design* e outras afins.

Um fator condicionante, que viabilizou a pesquisa, foi a existência de alguns trabalhos já realizados na mesma área escolhida para o experimento, fato que acrescentou dados significativos. No caso, o local é a Vila Tecnológica de Curitiba, projeto iniciado em 1993, originado na idéia de se criar uma “Rua das Tecnologias”, apoiada na tradição de Curitiba em dar a determinadas ruas uma função específica, como a “Rua das Flores”, “Rua 24 Horas” ou “Rua da Cidadania”.

¹ FERREIRA, A.B.H. Dicionário Aurélio Básico. SP, Ed. Nova Fronteira, 1988, pg. 579: No sentido de “que tem o caráter de rudimento [conhecimento geral e superficial], elementar. (...) que não se desenvolveu ou aperfeiçoou”; e na acepção do autor, como mero exemplo da evolução histórico-cronológica da concepção basal de uma casa se comparar-se com a modernização dos setores automobilístico ou de informática.

Na Rua das Tecnologias e entorno pode-se observar, sob uma mesma escala climática, casas com diferentes tecnologias de edificação (na constituição das paredes e cobertura) sendo algumas sob rua arborizada e outras com ausência total de vegetação.

No espectro das condicionantes mais diretamente ligadas ao tema, a delimitação foi feita para a escala microclimática e pelas variáveis analisadas: a temperatura, a umidade do ar e a insolação.

Foram selecionados elementos tais como ambientes internos de quatro diferentes tecnologias construtivas; seu entorno caracterizado por ruas arborizadas ou não; e consideradas quatro diferentes coberturas de solo.

1.2 METAS E FERRAMENTAS INVESTIGATIVAS

Como **Objetivo Geral** propôs-se avaliar, com base no monitoramento objetivo de caso estudado com diferentes tecnologias construtivas, a influência da vegetação no microclima e sua relevância no planejamento e projetos de espaços residenciais, contribuindo assim para subsidiar recomendações que visem ambientes com maior grau de qualidade de vida, adequados ecológica e tecnologicamente.

Como **Objetivos Específicos**, procurou-se:

- ❖ mensurar as influências no conforto térmico avaliando distintos casos com ou sem vegetação arbórea, considerando a interação das tecnologias construtivas usadas nas habitações com o ambiente do entorno;
- ❖ analisar o efeito de áreas vegetadas, visando contribuições nas tomadas de decisões
- ❖ para eficiência energética e conforto ambiental no uso do paisagismo na arquitetura;
- ❖ observar nos monitoramentos as influências das condições sinóticas, bem como do efeito da radiação solar em diferentes coberturas de solo, na temperatura dos ambientes urbanos, interagindo interna e externamente;
- ❖ disponibilizar os resultados das análises como parâmetros aplicáveis tanto para
- ❖ comparação e argumentação na pesquisa acadêmica quanto para atitudes e resoluções no campo profissional.

Entre as questões que induziram ao tema pode-se citar a necessidade de verificar, se e em que grau, se dão os efeitos da vegetação e áreas arborizadas no microclima de espaços edificados, relacionando-os com diferentes opções de tecnologias construtivas; e, por conseguinte, avaliar qual sua influência no desempenho térmico.

Ao observar e correlacionar os dados de tal experimento, também procurou-se buscar constatações de que a vegetação exerça alguma possível influência não formulada como pressuposto.

Então, ao abordar as premissas do presente estudo, fez-se necessária uma investigação para analisar se a influência da vegetação e os materiais empregados na construção das habitações são relevantes para o microclima local a ponto de serem adotados como prioridades no planejamento de espaços residenciais. Tal investigação se baseia em procedimentos metodológicos tais como a pesquisa teórica e bibliográfica do tema abordado, selecionada em amplo espectro para o recorte dos fatores e caso em questão, além de trabalhos pertinentes; experimentais, fundamentados por medições diretas, fixas ou móveis, no local, e também por compilação de dados angariados em instituições meteorológicas e outros órgãos, visando análises quantitativas das informações obtidas e correlacionadas, bem como posteriores avaliações qualitativas.

1.3 PRESSUPOSTOS PARA O DESENVOLVIMENTO TEÓRICO E EXPERIMENTAL

Pressupôs-se que, em um determinado ambiente do espaço urbano, elementos paisagísticos podem influir diretamente no clima e na qualidade de vida de quem o desfruta e com ele interage.

Estes elementos, além da **vegetação** abordada neste trabalho, caracterizam-se por diferentes tipos de pavimentação, com distintas rugosidades e porosidades; espelhos d'água e cascatas, com possível resfriamento evaporativo e contribuintes à umidade do ar; pérgulas, com seu sombreamento difuso; muros e taludes, como anteparo ou desvio do vento; abrigos parcialmente cobertos tais como gazebos; 'telhados verdes', com seu resfriamento interno e efeito evapo-transpirativo; e ainda mobiliário urbano e outros elementos.

No caso da vegetação aqui estudada, estas influências podem se dar ao alterar-se a incidência da radiação solar; a permeabilidade do solo; o regime de evaporação e a umidade do ar por decorrência e movimento das massas de ar.

Em relação aos outros elementos citados, caso constituam abrigo para intempéries ou outros equipamentos urbanos, como bancos e espaços lúdicos; criem ambientes propícios a feiras gastronômicas, culturais ou meramente visando comércio de conveniência; ou proporcionem estética mais condizente. Estes são postos aqui apenas como meros exemplos.

No caso de estudo, sugere-se averiguar recomendações de que é preciso observar a adoção de adequadas espécies vegetais e elementos apropriados para situações específicas, com o risco de não se obter os benefícios almejados, como por exemplo: uma densa massa vegetal que constitua barreira de vento para um possível arejamento e resfriamento benéfico ao local; uma arborização com copas densas de folhas perenes que impeça um mínimo de radiação solar no inverno; ou ainda, no caso de um local quente e úmido, elementos que elevem o grau de umidade e possam dificultar a evaporação do suor aumentando a sensação de desconforto.

Ainda na premissa formulada considera-se também o advento de inovações tecnológicas na construção civil como contribuição para o desenvolvimento sustentável e qualidade dos espaços residenciais (no caso de estudo, a adequação de materiais de fechamento), melhorando o desempenho térmico e a eficiência energética das moradias.

Como em menor espaço de tempo surgem novas tecnologias, que dependem de vários fatores para seu acesso, aceite, disseminação e sedimentação no setor, este trabalho apenas analisa como exemplo dois sistemas construtivos inovadores na época do caso estudado, para vedação das paredes: as placas de concreto pré-moldado duplas com câmara de ar; Blocos de concreto celular auto-clavados formando painéis interligados por perfis metálicos. Estes sistemas foram os escolhidos para serem comparados com os dois sistemas convencionais de paredes - de tijolo e de madeira.

Ainda de acordo com observações factuais do autor do presente trabalho, nas áreas centrais de uso misto, edifícios em condomínios verticais satisfazem apenas alguns usuários que optam morar por gosto próprio, cultura ou estratégia prática, além do fato do zoneamento obrigar tal adensamento. Assim, verifica-se um aumento da demanda por novas áreas residenciais unifamiliares onde predomina a horizontalidade. Tal fato justifica este estudo de aplicabilidade da vegetação e de tecnologias construtivas com planejamento e com projeto aprimorados, em relação às suas influências no microclima, visando a melhoria da qualidade de vida e dos níveis de conforto ambiental.

1.4 CONSIDERAÇÕES ACERCA DE QUALIDADE DE VIDA E OS FATORES EM QUESTÃO

Os diferenciais adotados neste trabalho, a vegetação e as tecnologias construtivas, são apenas dois dos fatores que podem contribuir para melhorias, em um planejamento urbano que priorize a qualidade ambiental. Mas jamais devem ser desprezados outros fatores tais como os sócio-culturais, econômicos e administrativos. Krüger (2001, p.38) sistematiza adequadamente questões sócio-ecológicas que devem ser consideradas, relacionadas à concentração dos seres humanos nas cidades e ao manejo em grande escala de materiais e energia, citando problemas decorrentes tais como o individualismo e o aumento da criminalidade; a decadência dos valores tradicionais; a geração de detritos e poluentes, e a degradação do meio ambiente, entre outros.

De igual importância aponta-se a manutenção de princípios para boa prática da arquitetura, como um desenho urbano adequado, equipamentos e infra-estrutura apropriados, harmonia entre forma, função, volumes, orientação, cor, e outros aqui não abordados. E, apesar de ter sido citado como aplicação esperada uma contribuição ao conforto ambiental, que abrangeria também os confortos acústico, visual e ergonômico, este trabalho se aterá em um recorte apenas em relação do conforto térmico, no campo da climatologia urbana.

Quanto à qualidade de espaços residenciais, evocada no título do trabalho e além dos fatores citados, é preciso não perder de vista o âmbito geral da qualidade de vida em que tal espaço se enquadra. Ou seja, atender ao bem estar dos moradores de tais áreas, buscando-se a satisfação de necessidades básicas de cidadania, o sensorial, a tendência no estilo de moradia, além de importantes indicadores - englobando-se aí fatores contextuais.

Acerca de qualidade de vida, Herculano (2000, pg. 237) refere conceitualmente como:

Soma das condições econômicas, ambientais, científico-culturais e políticas coletivamente construídas e postas à disposição dos indivíduos para que estes possam realizar suas potencialidades: inclui a acessibilidade à produção e ao consumo, aos meios para produzir cultura, ciência e arte, bem como pressupõe a existência de mecanismos de comunicação, de informação, de participação e de influência nos destinos coletivos, através da gestão territorial que assegure água e ar limpos, higiene ambiental, equipamentos coletivos urbanos, alimentos saudáveis e a disponibilidade de espaços naturais amenos urbanos, bem como da preservação de ecossistemas naturais.

Como exemplo de fatores contextuais, cita-se o fator econômico, aqui representado pela necessidade de gastos compensatórios quando a edificação tem baixa eficiência térmica, gastos às vezes inacessíveis pelas camadas de baixa renda.

Exemplificando tais despesas, cita-se a aquisição e manutenção de equipamentos (aparelho de ar condicionado, calefação, umidificador, ventilador, luminária e outros), melhorias mitigadoras (abrigo, forro, calafetagem, piso adequado etc.) e ainda gastos com custos diretos e indiretos gerados com energia, vestuário, saúde e outros. Considere-se ainda o custo representado pela perda de produtividade no trabalho, causada por um descanso inadequado em ambiente de baixa qualidade térmica.

Ainda neste contexto, pode-se extrair dos pressupostos enumerados alguns dos diversos indicadores usados para conceituar qualidade de vida, mas segundo Ferreira (2001) para todos pode-se atribuir amplamente como sendo um direito de cidadania. Entre muitos indicadores existentes, de autores ou institucionais, aqui seria suficiente eleger e listar alguns em relação ao tema, como os requisitos definidos por Allardt (1995, p.88):

- ❖ ter **condições de habitação**, medidas pelo espaço disponível e **conforto doméstico**;
- ❖ possuir condições básicas, avaliadas pela **temperatura** e ruídos;
- ❖ ser **integrado à natureza**, mensurado por atividades lúdicas ou contemplativas.
- ❖ Herculano (op. cit.) ainda cita propostas indicadoras que incluem, em relação à moradia, itens como habitar um lugar saudável de **clima ameno** com beleza natural.

Ainda como referência de comparação da qualidade de vida, a partir de indicadores institucionais para diferentes países, recorre-se freqüentemente ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), divulgado desde 1990 pela Organização das Nações Unidas, que utiliza três variáveis básicas:

- ❖ a expectativa de vida ao nascer (se elevada indicaria que as condições de saneamento básico, alimentação, assistência médico-hospitalar, **moradia e meio ambiente** são adequadas);
- ❖ a escolaridade (mais escolarização, melhor o nível de desenvolvimento, **exercício da cidadania**, produtividade);
- ❖ o Produto Interno Bruto per capita: soma de tudo o que foi produzido pela economia no período de um ano, ajustado ao poder de compra da moeda local devido à variação dos gastos com alimentação, **saúde e moradia**, dividido pela população do país.

Assim nota-se que, ao definir qualidade de vida, sempre se alia os fatores qualidade ambiental, nível de vida e condições de vida. Ou seja, além do poder aquisitivo e acesso a bens, serviços e valores (fatores às vezes agravados pelo apelo consumista) são imprescindíveis elementos da natureza e meio ambiente equilibrados, tais como a vegetação e amenidade climática adequada nas áreas urbanas, independentemente do indicador usado para mensurar seus índices.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este presente capítulo, INTRODUÇÃO, busca esclarecer o propósito do trabalho, seu desenvolvimento e, com breve descrição dos fatores temáticos, relacionar justificativas e elementos para posteriormente serem acrescidos de contribuições bibliográficas e dados experimentais.

No segundo capítulo apresenta-se o Referencial Teórico, abordando-se:

- ❖ O **Planejamento Urbano** sendo discutido com foco nos elementos do tema, vegetação e tecnologia construtiva, a fim de avaliar sua aplicabilidade, e exemplificado descritivamente na cidade de Curitiba, onde foi feito o experimento, com delimitação geográfica na Vila Tecnológica que se localiza no Bairro do Sítio Cercado. Aborda-se ainda alguns aspectos de sua urbanização e elementos referenciados de maneira que possam esclarecer alguns conceitos acerca do desenvolvimento e da dinâmica de áreas urbanas promovidos pelas instituições das esferas públicas e privadas, as qualidades almejadas e concepções adotadas no ordenamento orgânico pela sociedade civil.
- ❖ O **Clima Urbano** é tratado com seus aspectos e suas interações do desenvolvimento que preserve a qualidade ambiental com atributos urbanísticos e tecnologia utilizada nas edificações; relacionando-se assim com a questão do Conforto Térmico em residências e seu entorno, ao bem estar do habitante ambientado em uma temperatura variável e submetido a uma troca de calor com o meio. Relação esta que pode ser compensada ou atenuada visando enquadrar-se em uma faixa de sensação considerada agradável, e assim definindo-se como confortável, mesmo sob diferentes condições atmosféricas.

Considera-se que uma boa arquitetura deve atender de maneira adequada ao clima local, para que se cumpram as mínimas exigências humanas quanto ao equilíbrio do organismo e permita um metabolismo compatível com a atividade exercida, sem desconforto ou perda de potencialidade com a energia naturalmente disponível.

- ❖ A **Vegetação na Arquitetura Paisagística** são referenciados em relação à cobertura do solo não edificado e sua interação com a paisagem como um todo; dado aqui um maior enfoque na arborização e no solo gramado do que na relação estética, e adotando como um de seus significados: o “estudo dos processos de preparação e realização da paisagem como complemento da arquitetura”². Analisa-se como tal complemento pode proporcionar resultados planejados na urbanização, mesmo que estrategicamente possa ser o simples propósito de se conservar convenientemente determinada vegetação nativa, ou um bosque, por exemplo. Considera-se que, ao alocar adequadas novas espécies, cobertura de solo, elementos de sombreamento ou decorativos, possa proporcionar-se daí outros propósitos tais como prazer e lazeres contemplativo, olfativo, auditivo e lúdico, ou até com fins comerciais de se agregar valor a imóveis. No caso estudado releva-se o estudo paisagístico do local visto que é, ou pelo menos deveria ser, resultado de um plano geral, sua implantação, manutenção e gestão, já que implementados por agentes da esfera pública, com instrumentos e poderes legalmente constituídos.

O CAPÍTULO 3 apresenta o caso de estudo, caracterizando-se a delimitação geográfica, com breve histórico e aspectos locais dos elementos do tema, tais como a vegetação e o clima.

No CAPÍTULO 4, descreve-se a metodologia, procedimentos e equipamentos utilizados, bem como sua aferição. Nele estão relatadas as descrições dos métodos e referências adotados para as análises, as medições e monitoramentos com aparelhos adequados a cada finalidade específica e, para efeito de atribuição das condicionantes climáticas do local onde se realizou o experimento, suas descrições e demais características.

² FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Dicionário Aurélio Básico. SP, Ed. Nova Fronteira, 1988, p. 474

No CAPÍTULO 5, são apresentados os resultados avaliados através de dados que, colocados em planilhas, gráficos e outras técnicas para visualização e correlação, permitem adotar critérios para as análises: das temperaturas internas das casas com diferentes tipologias com ou sem arborização e relações de conforto; das temperaturas urbanas caracterizadas no ambiente externo na estação meteorológica, em estação referencial fixa no local e pontualmente em pontos seqüenciais de diferentes aspectos e variáveis físicas (transecto); da influência do tempo meteorológico na variação das temperaturas urbanas e no decorrer dos diferentes horários do dia; da influência da radiação solar direta sobre diferentes coberturas de solo; dos índices de conforto térmico comparativamente por tipo de casa e para cada situação;

O CAPÍTULO 6 se reserva aos resultados obtidos, com comentários e explanações buscando conclusões dentro das considerações finais anteriormente estabelecidas pelos resultados das análises e referenciais teóricos.

Encerrando-se o trabalho, apresentam-se em seguida suas respectivas Referências, Apêndices e Anexos.

(em branco)

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PLANEJAMENTO URBANO: ASPECTOS ESTRUTURAIS E CRITÉRIOS DE ADEQUAÇÃO

Considerando-se áreas residenciais como a parte de um todo ao qual se denomina ‘cidade’, o planejamento é uma ferramenta para gerir sua produção, em variadas formas de urbanização, onde se envolve sua reestruturação, sua transformação e sua representação (memória, prática e idealização), como também seu paisagismo, onde a vegetação representa um dos principais elementos.

O Planejamento da Produção Urbana em algumas graduações acadêmicas é objeto de estudo interdisciplinar, sistemático e contextual; funcionalmente é instrumento imprescindível para adequar a relação dos habitantes em suas atividades com uma estrutura dinâmica composta por aspectos além dos sociais e econômicos, seu clima, circulação, abrigos com diferentes orientação, geometria, materiais e entorno.

Essa produção territorial, de acordo com Sposito (2002) é fruto da prática de agentes da sociedade civil e das esferas públicas e privadas: os primeiros, representados por todos nós, habitantes individualmente ou organizados em grupos sociais, ideológicos ou corporativistas; os de organizações privadas são representados pelos agentes financeiros, proprietários fundiários, empreendedores imobiliários e construtores e incorporadores; a esfera pública atua, além da produção direta de empreendimentos urbanos em si, na infra-estrutura, na legislação, tributação, fiscalização, prestação de serviços, política de investimentos e subsídios. A prática envolve uma dinâmica que incorpora áreas não urbanizadas à malha existente, infra-estruturação, novos equipamentos e edificações e seu adensamento; e, ciclicamente, mudanças sócio-econômicas de alguns setores, deterioração, renovação com ações planejadas ou por influências globais que variam no tempo e no espaço de acordo com o sistema em que se insira.

Cabe aqui a definição, de acordo com Miller (1965, p. 200) apud Christofolletti (1979, p. 1). de que um sistema “É um conjunto de unidades com relações entre si. A palavra ‘conjunto’ implica que as unidades possuem propriedades comuns. O estado de cada unidade é controlado, condicionado ou dependente do estado das outras unidades”.

Apropriadamente Miller (Op.cit.) acrescenta que “o conjunto encontra-se organizado em virtude das inter-relações entre as unidades, e o seu grau de organização permite que assuma a função de um todo que é maior que a soma de suas partes.”

Compreendendo que tal complexidade de interação e integração pode ser aplicada à estrutura formada pelos elementos urbanos, incluindo os analisados neste trabalho, compõe-se assim conjuntamente um sistema constituído por unidades edificadas organizadas, relacionadas entre si e com seu entorno. Daí podem se estabelecer bases fundamentais para equilíbrio e sustentabilidade a serem consideradas em um planejamento urbano. Conceitualmente, Bastide (1971, p. 1) apud Villaça (1998, p. 12), define tais **aspectos** estruturais do espaço intra-urbano, merecedor de enfoque amplo e contextual no seu estudo:

Um todo constituído de elementos que se relacionam entre si de tal forma que a alteração de um elemento ou de uma relação altera todos os demais elementos e todas as demais relações. As estruturas são dotadas de movimento e o grande desafio intelectual reside em desvendar a fonte desse movimento. São considerados elementos dessas estruturas o centro principal da metrópole (a maior aglomeração diversificada de empregos, ou a maior aglomeração diversificada de comércio e serviços), os sub-centros de comércio e serviços (aglomerações diversificadas de comércio e serviços, réplicas menores do centro principal), os bairros residenciais, ou melhor, os conjuntos de bairros residenciais segundo as classes sociais, e as áreas industriais. Essa estrutura está imbricada a outras estruturas territoriais, como os sistemas de transporte e de saneamento.

Estas “outras estruturas territoriais”, cujos exemplos se imbricam por sua vez com o entorno rural naturalmente não urbanizado (no caso do ‘saneamento’, abastecimento e efluentes; no caso dos ‘sistemas de transporte’, abertura de vias de acesso e potencial de novos núcleos habitados, entre outros), constituem ecossistemas específicos ao mesmo tempo dependentes e determinadores, se engendrando à dinâmica do sistema urbano, no qual deve ser a arquitetura uma de suas bases de sustentação ecológica.

De acordo com tais definições básicas expostas, dos sistemas à estrutura intra-urbana relacionados com o meio ambiente na boa prática da arquitetura, pode-se encontrar resumidamente um conceito holístico na citação de Yeang (2007, p.2):

Os ecossistemas na biosfera são unidades definidas com constituintes bióticos e abióticos, que juntos desempenham cada qual seu papel. Nossas ocupações e ambientes construídos precisam ser projetados de forma análoga, para satisfazer as necessidades físicas do ecossistema, manter sua composição e processos. Por exemplo, além de se considerar nossa arquitetura como um objeto de arte ou um serviço particular, nós precisamos considerá-la um artefato tecnológico que precisa ser operacionalmente e conseqüentemente integrado com a natureza. Mais do que aumentar os elos ecológicos, nós precisamos integrar biologicamente aspectos inorgânicos e os processos do nosso meio edificado com a paisagem para que eles se tornem mutuamente um ecossistema. Nós precisamos criar um ‘ecossistema feito pelo homem’ compatível com o ecossistema natural.

No contexto do tratamento ambiental adequado a este ecossistema urbano ‘feito pelo homem’, o presente trabalho se relaciona com tais considerações pela possibilidade de sua aplicação no Planejamento, pelo fato de tal instrumento abordar aspectos tais como a vegetação, quer seja natural ou modificada, e opções de tecnologias que, quando apropriadas, provêm menor impacto ambiental.

A outros elementos não abordados, tais como a luz, o som, a forma, e o paisagismo na sua mais ampla extensão, reserva-se igual importância na integração com a natureza. Dentre tais elementos, no planejamento, o Desenho Urbano está diretamente relacionado aos aqui analisados, contribuindo com grande influência.

Planos adequados para projetos de assentamento baseados nas condições topográficas e climáticas; técnicas e tecnologias para uma construção apropriada ao lugar e o uso de princípios de uma boa ergonomia ao se determinar o *design* de utensílios e utilitários, móveis e autômatos, de acordo com a cultura e o local, envolvem grande âmbito de pesquisas, desenvolvimento e difusão de conhecimentos tácitos e explícitos.

Estes conhecimentos quando difundidos e aplicados no planejamento e gestão contribuem para a otimização de escalas sucessivas do ambiente urbano a partir da escolha de: padrões de malhas urbanas para compor seu tecido; do aproveitamento do vento; do controle e uso da radiação solar; de se tirar partido das formas, rugosidade e posicionamento das edificações; de proporcionar visões panorâmicas agradáveis; de estabelecer harmonioso peso entre espaços vazios e construídos; da luz e das cores.

Contribui ainda, pelo equilíbrio possível com a topografia, o clima e as características biológicas naturais da região, em mitigar impactos negativos no meio ambiente e otimizar o conforto ambiental.

Assim, ao se planejar novos espaços urbanos, torna-se necessário traçar critérios pormenorizados para o delineamento dos traçados urbanos, seja para calcular a capacidade de carga no impacto da implantação de um *shopping center*, no que tange a requisitos ao próprio empreendimento e aos equipamentos periféricos e tráfego, em um nível geral, seja para determinar a arborização de uma rua sem saída dentro de uma vila residencial, em um nível particular.

Neste sentido, Olgyay (1998) já registrava tais conceitos, conforme cita Romero (2001, p. 16):

Utilizando os dados climáticos de temperatura, umidade relativa, nebulosidade, precipitações, ventos e energia solar na Colômbia, o autor elabora e publica um gráfico bioclimático no qual podem ser registradas as necessidades de proteção contra os elementos climáticos não desejados, ao mesmo tempo que é avaliada a variedade dos elementos climáticos de qualquer dia do ano, considerando a importância relativa das diferentes necessidades de sombra, radiação, etc.. Com o registro desses elementos, existem condições de incorporar recomendações climáticas quanto à seleção do sítio, do tecido urbano, dos espaços públicos, do paisagismo e da vegetação, num nível geral, e quanto aos tipos de habitação, da planta – sua forma e volume, orientação e cor das superfícies externas, num nível particular. Neste último nível, o arquiteto também determina elementos dos edifícios tais como as aberturas das paredes, as coberturas e os quebra-sóis.

No citado nível particular, os efeitos são analisados em uma escala mais próxima da adotada neste trabalho, da habitação unifamiliar, cujos arredores próximos determinam, proporcionalmente, um microclima em espaços característicos, descritos por Mascaró (1996, p. 55) por **Recinto Urbano** como aquele que

Utiliza materiais naturais e artificiais que se adequam ao clima (ou deveriam fazê-lo), com forte intenção de ordem senso-ambiental. O **projeto dos espaços exterior e interior deveria acontecer simultaneamente** e não somente como um subproduto, de modo a serem reversíveis e permitirem o uso racional de energia na edificação. (...) O estudo dos recintos interessa à medida que possibilita a obtenção de um comportamento climático previsível importante especialmente à planificação das cidades (...) Em meios urbanos, a relação entre temperatura e umidade relativa do ar sofre interferência das características do recinto. (Grifo do autor).

Ou seja, ao se projetar edificações e seu entorno, é necessário levar em consideração as implicações resultantes na eficiência energética tentando prever fatores que influam direta ou indiretamente nas variáveis citadas – temperatura e umidade relativa do ar - tais como:

- ❖ distanciamento entre edificações;
- ❖ proporção dos volumes;
- ❖ tipos de aberturas e de suas proteções;
- ❖ materiais em relação à inércia térmica e albedo;
- ❖ orientação e outros elementos que proporcionem sombreamento estratégico, como a arborização, para evitar ou controlar a insolação direta.

Ainda, segundo Mascaró (1996, p.58), “a insolação tem efeito decisivo na temperatura do ar do recinto urbano e, conseqüentemente, na sua umidade relativa”.

O uso da arborização provê principalmente o sombreamento funcionalmente fundamental para o ambiente. Segundo Mascaró, Giacomini e Cuadros (2007, p.9),

Quando a rua tem árvores de grande porte que se iguala à altura dos edifícios, o sombreamento da vegetação é mais significativo, reduzindo a importância dos efeitos da geometria e da orientação do recinto urbano, diminuindo a assimetria das sombras decorrentes da orientação do eixo da rua. Devido ao baixo valor do albedo, a energia que gasta nos processos fisiológicos e a quantidade de vapor de água que produz, a vegetação constitui o material ideal para ser utilizado como sombreamento de verão da cidade.

Complementando, de acordo com Nucci (2001, p.21),

Dentro da linha metodológica do Planejamento da Paisagem, quando se fala em planejar com a natureza, está se falando principalmente da vegetação. É a partir dela que muitos problemas serão amenizados ou resolvidos e, portanto, a cobertura vegetal, tanto em termo qualitativo como quantitativo e também sua distribuição espacial no ambiente urbano, deve ser considerada na avaliação da qualidade ambiental.

Enfatiza-se neste caso sempre a escolha de espécies adequadas, a exemplo de árvores que, com folhas caducas, deixam penetrar a luz solar no inverno e promovem sombra no verão. Na aplicação de tal estratégia, Mascaró; Giacomini; Cuadros (2007, p.9). observam que

valores de transmitância luminosa das copas das árvores dentre 60% a 80% ou mais são considerados satisfatórios para o período frio. Permitem a iluminação natural suficiente para a realização de tarefas visuais de exigência média e calefação solar nos dias de céu claro.

Consiste assim na adoção de inclusão da arborização no planejamento de novos espaços ou de plantio posterior em programas de melhoria urbana, reduzindo inclusive custos energéticos ao diminuir a necessidade de aparelhos para climatização ativa.

Além da observação do clima local na contextualização, considera-se na prática a possibilidade de se harmonizar, ou a existência em si, de fatores tais como:

- ❖ rede de fiação aérea,
- ❖ largura da via,
- ❖ a própria orientação,
- ❖ a existência de canteiro central,
- ❖ o tipo de iluminação pública,
- ❖ características inerentes à espécie a ser adotada.

Além das influências importantes da vegetação e da extensão e tipo de cobertura e acabamento das superfícies, como o solo, expostas à insolação, os materiais empregados nas edificações contribuem na carga térmica dos ambientes. Mascaró (1996, p.61) ressalta que

As cidades têm sua massa edificada constituída por materiais com diferentes propriedades radioativas, que influenciam na quantidade de energia térmica acumulada e irradiada para sua atmosfera, expressas principalmente pelo albedo, pela absorvância e pela emitância. A refletância de radiação de onda curta pela edificação depende tanto do albedo das superfícies reflexivas como da sua geometria urbana.

Ao se definir, especificar e aplicar tais materiais e técnicas nas edificações, pode-se estar submetendo às regulamentações de agentes da esfera pública a observância de outro aspecto que pode ser abordado pelo planejamento: uma Tecnologia Apropriada. Conjuntos habitacionais e equipamentos urbanos entregues prontos aos usuários devem atender a determinados instrumentos legais, que podem exigir tecnologias construtivas mais limpas e adequadas, além de melhores condições da obra.

Cabe anotar-se, no contexto aqui abordado, dois dos princípios das diretrizes para cidades sustentáveis da Agenda 21 Brasileira (BRASIL, 2004) para se alcançar a sustentabilidade urbana, que versam acerca da premente necessidade:

Aperfeiçoar a regulamentação da ocupação e do uso do solo urbano e promover o ordenamento do território, contribuindo para a melhoria das condições de vida da população, considerando a promoção da equidade, a eficiência e a qualidade ambiental; e Promover mudanças nos padrões de consumo e produção da cidade, reduzindo custos e desperdícios e fomentando o desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis.

Importante observar que, deste modo, a Tecnologia Apropriada irá gerar não somente a técnica e materiais ideais para resultados ambientalmente mais satisfatórios, como melhorias sociais na sustentabilidade urbana:

O conceito de Tecnologia Apropriada deve ser associado à capacidade de criar mais empregos locais, com baixo custo humano, condizentes com a natureza humana e sem provocar deslocamento migratório; assegurar mais produtividade e rendimentos para populações antes à margem do progresso técnico por meio de melhores equipamentos, ferramentas e formas de organização e produção coletiva; e produção baseada em matérias-primas locais (RATTNER, 1981, apud DUMKE, 2002, p.28).

Assim, uma tecnologia que seja tecnicamente ideal para determinados custos ou resultados imediatos nem sempre se constata como ideal em relação ao ciclo de vida, à eficiência energética ou à sua própria assimilação local.

Reforça-se as relações nas reduções de gastos observando-se a citação de Mascaró (1996, p.35), onde atitudes neste sentido também seriam de responsabilidade do profissional projetista ou urbanista, que deve, ao organizar os espaços, considerar sua futura sustentabilidade energética:

A necessidade de consumo energético na obtenção de um conforto ambiental apropriado não se deve apenas a um problema decorrente das condições climáticas, mas, muitas vezes, ao desconforto gerado por uma organização espacial urbana e arquitetônica não compatível com o meio.

Ou seja, retoma-se a importância dada ao planejamento urbano por deter instrumentos que podem organizar a estrutura espacial urbana e arquitetônica, além de promover ações que visem sua sustentabilidade ambiental; neste ponto, algumas cidades têm se destacado por aplicarem tais medidas, embora muitas vezes para promoção de *marketing* ou turismo, ou até mesmo por imposição do Ministério Público, devido ao descumprimento de leis ambientais.

2.1.1 Qualidade de vida e planejamento urbano em Curitiba

Como local do experimento por referência, e recorrentemente usada como exemplo de boa urbanização, Curitiba é descrita aqui com aspectos de seu planejamento espacial em alguns elementos inerentes ao tema do presente trabalho. A capital do estado do Paraná está localizada no denominado Primeiro Planalto, na Bacia Sedimentar de Curitiba, com altitude média de 908 metros acima do nível do mar.

De acordo com Camargo (2001, p. 164) Curitiba foi fundada por Eleodoro Ébano Pereira, “tendo suas raízes históricas ligadas ao arraial de ‘Vilinha’, à margem do Rio Atuba. Em 1854 foi escolhida como sede do governo provincial, passando à categoria de capital”.

Quanto à origem do nome, é atribuída à linguagem indígena *core-tuba* que significa “bastante pinhão”, apesar de alguns afirmarem derivar de *cury-tim*, expressão que significa “vamos embora” e teria sido usado pelos indígenas Caingangues na ocasião de sua debandada dando lugar ao homem branco (CARDOSO, 2004, p.17).

Já que este trabalho aborda a questão da vegetação, cabe lembrar que Curitiba, na consideração de vários autores, é considerada como cita Palhares (2001, p.102) “Capital Ecológica do Brasil, tem sido modelo de planejamento urbano e de qualidade de vida para seus habitantes” (grifo do autor); por abordar-se aqui o planejamento do espaço urbano, cabe registrar que também é referenciada como exemplo de bom planejamento, de acordo com Camargo (2001, p.164):

Uma cidade de aspecto encantador e muito progressista, enquadrada num plano urbanístico bastante avançado, proporcionando aos seus habitantes uma **ótima qualidade de vida**, que serve como modelo a outras de nosso país. (grifo do autor)

Porém, servindo de advertência a quem porventura se oriente por estes méritos e escolha a cidade para quaisquer fins, Souza (2000, p.131), comentando críticas a políticos que promoveriam a aparência em relação a outras prioridades, salienta que

A sensação de uma superestimação da dimensão do embelezamento, cara a qualquer *city marketing*, advém do fato de que os progressos *estéticos* e no que concerne ao combate de fatores de problemas ambientais *difusos* foram, no geral, mais expressivos do que os avanços no que respeita ao combate à pobreza, à segregação sócio-espacial e aos problemas ambientais a elas vinculados.

Tal condição de planejamento exemplar é veiculada oficialmente pelo próprio órgão municipal responsável, o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC), informando que “o processo de planejamento da cidade teve início com o Plano Diretor de Urbanização de Curitiba, ‘Plano Agache’, em 1943. Teve prosseguimento em 1965 com a elaboração do Plano Preliminar Urbanístico, seguido do Plano Diretor de Curitiba.” (INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO URBANO DE CURITIBA, 2003)

O Plano Agache estabelecia princípios para ordenar o crescimento físico e espacial dentro das normas técnicas, definindo linhas de desenvolvimento fundamentais, inclusive de zoneamento com setores especializados, com um plano de interligação por avenidas.

Em relação a este trabalho, o plano não atingia a região do experimento, e não estabelecia ainda diretrizes para loteamentos ou arborização, apenas determinava para uma das zonas incluídas no Código de Posturas e Obras, aprovado em 1953, um caráter residencial sub-setorizado.

Uma adaptação em 1960 instituiu as Unidades de Vizinhança, definidas como “agrupamentos urbanos em áreas perfeitamente determinadas, no interior das quais estariam situados os equipamentos e serviços fundamentais à vida de uma coletividade” (INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO URBANO DE CURITIBA, 2003), prevendo entre outros elementos considerados mínimos e essenciais, o provimento de **área verde** para recreação pública e de uma legislação para regular o uso e a utilização do solo.

Em 1965 foram contratados a empresa Serete e o arquiteto Jorge Wilhelm para elaborar o novo plano diretor, em conjunto com equipe multidisciplinar e técnicos municipais, onde se propunha a manutenção da qualidade de vida, tendo em um de seus objetivos básicos “mudar a conformação radial de expansão da cidade para uma conformação de linearidade, integrando os transportes e o uso do solo” (INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO URBANO DE CURITIBA, 2003), sendo que se priorizou a ocupação do solo num eixo estrutural norte e sul, tendência já observada naturalmente.

A intenção quanto ao centro tradicional da cidade, em relação ao uso do espaço, foi de que em tal zona se priorizasse os pedestres, eliminando-se o tráfego de veículos e que fosse configurada com áreas de lazer ajardinadas e com equipamentos voltados ao bem estar dos usuários.

Com o objetivo de descentralizar a ocupação, o plano também previa melhorias nos bairros, como a efetivação de áreas verdes e lazer, entre outros elementos relacionados a este trabalho. Tais estudos resultaram no Plano Diretor de Curitiba sancionado em 31 de julho de 1966, ano de criação do citado IPPUC.

Na prática, a partir de 1970 é que o planejamento passou a imprimir uma direção definida para a cidade. Em 1972 com uma revisão do zoneamento e implemento do processo de industrialização, foi implantado um sistema viário básico dos eixos estruturais e montada uma **rede de áreas verdes** composta de praças, bosques, parques e áreas exclusivas para pedestres no centro tradicional.

Não se estabelecia, no entanto, diretrizes ou normas para a arborização urbana, como não haveria em nenhuma outra lei específica posterior. Durante a implantação do Plano, coube ao IPPUC monitorar o crescimento urbano, com novas alterações no zoneamento, limitando a ocupação e o adensamento das zonas residenciais periféricas.

Em 1975, a Lei de Zoneamento e Uso do Solo dividiu a cidade em Zonas Urbanas e Setores Especiais, que em suas configurações posteriores atribuiu ao Bairro do Sítio Cercado, no local do experimento, a condição de Setor Especial de Habitação de Interesse Social (SEHIS), ordenando a ocupação para implantação de programas habitacionais populares com critérios específicos de parcelamento, uso e ocupação do solo.

O SEHIS tem como alguns parâmetros para o uso e ocupação do solo o que se segue em relação a habitações: permitem-se moradias unifamiliares com porte até 100 m², aproveitando-se área construída equivalente à totalidade da área do terreno com altura máxima de 2 pavimentos; ocupando, em projeção, no máximo metade da área do terreno, com recuo frontal mínimo de 3 metros e lote mínimo de 6 metros de testada e área não inferior a 180 m², salvo neste último requisito caso faça parte de parcelamento de interesse social com lei específica. (INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO URBANO DE CURITIBA, 2003).

Novos incentivos e legislação para uso do solo, aplicados a programas habitacionais de interesse social, foram determinados na criação da Lei 9802/2000, visando maximizar a oferta habitacional para a população de baixa renda sem interferir na estrutura proposta para a ocupação da cidade.

A Coordenação de Política Urbana do IPPUC pratica a atividade de atualização e ajustes na legislação urbanística e estudos especiais, através do Programa para Estruturação de Assentamentos Habitacionais juntamente com a Companhia de Habitação Popular de Curitiba (COHAB-CT, 2005).

Este órgão, que define como um de seus objetivos estratégicos

produzir unidades habitacionais com *qualidade* e financiamento, destinadas às famílias com faixa de renda até 12 salários mínimos; promover a urbanização com a finalidade de proporcionar *qualidade de vida*, cidadania e maior equilíbrio social,

é instituição coordenadora da implantação da Vila Tecnológica de Curitiba, local do experimento.

Na questão recorrente de qualidade de vida e ecologia no planejamento urbano de Curitiba, estaria bem colocada a citação de Nucci (2001, p.18) que propõe método aplicativo baseado em Ecologia e Planejamento da Paisagem, usando instrumentos para o planejamento do espaço em relação ao uso do solo e recursos ambientais visando o melhor aproveitamento da vegetação para melhoria da qualidade ambiental.

Proposta adequada, considerando que Meier (1991) complementa e resume que o paisagismo aparece para influenciar no ganho de calor por vários processos, ressaltando que estes processos são pouco considerados em planejamentos populares, como é o caso da Vila aqui analisada.

Também pouco se consideram algumas outras questões, não relacionadas apenas à influência térmica, mas em critérios na escolha das espécies mais adequadas, por exemplo, se são nativas da região ou se a manutenção de exemplares já existentes ajudam a promover a biodiversidade local.

Para um trabalho que verse sobre arborização urbana, à primeira vista Curitiba seria um caso de estudo adequado, considerando seu título de “Capital Ecológica”, imagem destacada por Souza (2000) como cita ser reconhecida dentro e fora do país; cabe observar que esta mesma obra, inclui um artigo publicado no Jornal do Brasil de 1º/4/95 assinado por Zuenir Ventura, que pode levar ao entendimento de que o verde existente foi acrescido pela mão do homem, e daí avaliar seu critério:

Curitiba está longe de ser bonita – ou de ser naturalmente bonita. Não há nada na natureza que provoque qualquer ‘Oh!’ de admiração. Ao contrário do Rio, nada aqui caiu do céu – nem o verde. Nos anos 70, a área plantada era de 5 m² para cada habitante; hoje é de 50 m².

Um critério a ser indagado nesse planejamento é em relação às espécies escolhidas, posto que se vê grandes avenidas, por exemplo a Visconde de Guarapuava, ser toda arborizada com uma única espécie obrigatória, e não-nativa que é o Resedá, ou Extremosa (*Lagerstroemia indica*) originária da Ásia, e em tantas outras vias o hibisco (*Hibiscus Sp.*), da América do Norte. Ou na própria Vila Tecnológica, com a via principal arborizada com o *Pinus ellioti*, nativo dos EUA.

Estas considerações e outras acerca da qualidade de vida, foram neste trabalho observadas pelo autor também ao acompanhar o desenvolvimento das grandes cidades em diversas publicações e outros veículos da mídia. Verificou-se serem crescentes as ofertas de novos empreendimentos imobiliários horizontais, loteamentos para a construção ou aquisição da casa própria, anunciados ao alcance de quaisquer segmentos da sociedade ou como sonho de consumo, conforme a figura 01.



FIGURA 01 - ANÚNCIO DE AGRUPAMENTO DE CASAS COM APELO NATURALISTA.

Fonte: distribuição pública (2005) em vias públicas de Curitiba.

Isto pode ser observado desde panfletos entregues nos semáforos de bairros nas periferias, até luxuosos *folders* estampando bosques, gramados e dezenas de itens de lazer. Assiste-se em contrapartida propagandas institucionais veiculando a construção de novos assentamentos de casas construídas para moradores de baixo poder aquisitivo, politicamente enfatizando o fator quantitativo, relegando fatores sócio-ambientais a um segundo plano.

Observou-se assim uma ocupação urbana criando novos espaços e, segundo a percepção no segmento profissional, um crescimento na procura por áreas residenciais unifamiliares. Sejam estas áreas ou conjuntos habitacionais populares com moradias de baixo custo, na fuga do aluguel oneroso ao assalariado, ou sejam condomínios horizontais na busca essencialmente por segurança, individualidade e, em alguns casos, maior contato com a natureza.

Neste sentido, bem observou Rodrigues (1998, p.106) ressaltando que

O 'meio ambiente natural' tem sido (re) incorporado como demonstrativo de qualidade de vida que pode ser comprada como: o 'ar puro' e/ou a possibilidade de morar próximo ao 'verde', ao sossego, etc. dos loteamentos 'modernos' ou ao lazer dos parques públicos ou de prédios 'inteligentes'. É também incorporado pela medida de quantidade de 'verde' disponível por habitante.

Nestes agrupamentos, tais como vilas edificadas ou loteamentos, incorporados a um paisagismo local, a questão da qualidade ambiental às vezes precede e determina a escolha para uma nova moradia: a possibilidade de uma habitação diferenciada funcional e socialmente, da existência de um quintal e jardins, de áreas de lazer, de animais de estimação, de sociabilidade opcional, vida mais independente, entre outras atividades que um apartamento pode não contemplar plenamente.

2.2 O CLIMA URBANO E A BUSCA DE UMA ARQUITETURA SUSTENTÁVEL

Entre os principais fatores a se considerar quando se planeja um espaço edificado, estão os pertinentes ao clima local. Esta atitude básica deve priorizar medições e informações de como o tempo atmosférico e as suas variações atuam no âmbito regional, dinâmica e historicamente.

Entende-se por **tempo** as alterações dinâmicas, dia-a-dia, das variáveis da atmosfera e do seu comportamento; e por **clima**, a condição em que esse tempo atmosférico se apresenta em um certo espaço por determinados momentos, como também a média das condições anuais desse tempo atmosférico que sejam constantes ou previsíveis. A definição de clima adotada neste trabalho foi a conceituada por Sorre (1951), como sendo o ambiente atmosférico constituído pela série de estados da atmosfera acima de um lugar em sua sucessão habitual.

Em um sentido amplo e de maneira simplificada, apenas para referência tipológica e classificatória, segundo critérios de Wilhelm Köppen que se baseia nas características de temperatura e pluviosidade, o clima do Brasil se apresenta como: úmido (com regime de chuvas abundantes, sem estação seca); sub-úmido (com regime de chuvas mais intenso no verão); semi-árido (uma transição entre os climas úmido e árido); árido (característico dos desertos, com escassez de chuvas; e montanhoso (com temperaturas mais amenas e verão brando). Em um histórico de constatações meteorológicas e na análise da interferência de eventos naturais na vida em sociedade, o clima e seus impactos na organização sócio-espacial demonstram, ainda, como a urbanização modifica e caracteriza um novo ambiente, considerando o meio construído e a vegetação, promovendo mudanças climáticas:

O homem provoca uma alteração no seu ambiente, visando normalmente um fim imediato e óbvio. Por exemplo: a construção de uma casa, evidentemente altera o meio pelo fato de substituir um trecho de grama ou floresta por um bloco de concreto, madeira e vidro. Mas a mudança não se resume a isto. A construção irá alterar parcialmente o clima circundante, o clima modificado alterará o caráter do solo e da vegetação vizinha e, por sua vez, a mutação do solo e da vegetação redundará em alterações posteriores do clima local ... (em nível global) O homem alterou pela primeira vez a ação local da atmosfera e, portanto, o clima, há sete ou nove mil anos, ao mudar a face da terra com a derrubada das florestas, a sementeira e a irrigação. As mudanças climáticas daí resultantes, porém, foram *quase* imperceptíveis... (DREW, 1989, p.17)

Na natureza, as variações climáticas se devem a elementos tais como:

- ❖ a topografia, seja por altitude (à medida que aumenta há a tendência do ar esfriar) ou por maciços formando barreira;
- ❖ a proximidade da água, cuja troca térmica com o ambiente é mais rápida do que da terra;
- ❖ as correntes oceânicas, cuja diferença de calor específico entre mar e terra leva ao deslocamento de massas de ar;
- ❖ a dinâmica da temperatura e vento, associada à umidade e pressão atmosférica.
- ❖ a troca de energia a partir do sistema Terra-atmosfera, gerando fluxos energéticos que transpõem espaços vertical e horizontalmente.

Por sua vez estes fluxos estão representados como se segue; verticalmente:

- ❖ pela intensidade da radiação devido a altura solar;
- ❖ pelo desempenho da atmosfera como intermediária entre a radiação solar e a radiação terrestre de onda longa, devido à sua transmissividade;
- ❖ pela capacidade da superfície de refletir e absorver a energia solar incidente devido às propriedades do albedo (refletância);
- ❖ pelo efeito estufa no desempenho da atmosfera e síntese do balanço geral das trocas de energia entre o Sol e a Terra.

Já os fluxos horizontais, são representados por:

- ❖ centros de ação;
- ❖ massas de ar;
- ❖ frentes, e
- ❖ ventos locais.

Devido a esta conjuntura complexa e sistemática, os espaços edificados sofrerão a influência da ação simultânea das variáveis climáticas, ocorrendo de maneira tão diferenciada quanto diversificados são os aspectos dos espaços urbanizados, e retroativamente, devido aos efeitos intrínsecos às propriedades e características de seus materiais e sistemas.

Partindo de sintética definição, em que Monteiro (1976) denomina **Sistema Clima Urbano** (S.C.U.) como sendo o clima urbano um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização, ambos plenos de múltiplas variáveis, pode-se observar que as interações diferenciadas, nos locais onde se verificam elementos característicos do ambiente urbano, incrementam a sua diversidade, dentro de cada subsistema próprio que ali se constitui.

Estes elementos, hídricos, físico-químicos e termodinâmicos, que Monteiro et al. (2003) propuseram classificar respectivamente nos canais da percepção humana em três subsistemas, a saber, Impacto Meteorológico, Qualidade do Ar e de Conforto Térmico, diferenciam não apenas toda uma cidade, mas podem ser identificáveis em bairros ou setores de regiões metropolitanas, como no recorte escolhido para o caso de estudo, a Vila Tecnológica.

O primeiro canal de percepção humana, o de elementos hídricos se manifesta como precipitações e tempestades, chuva, granizo, névoa, neve, estruturas diversas de ventanias, descargas elétricas, muitas vezes de formas prejudiciais senão avassaladoras.

O de elementos físico-químicos se manifesta na forma da poluição e seus efeitos nocivos para a saúde e equilíbrio dos *habitats*, não só humano. E o de elementos termodinâmicos, na forma de calor, vento e umidade, relacionado ao que trata o presente trabalho.

Os impactos de desequilíbrio no canal aqui estudado, de elementos termodinâmicos, apesar de relativos ao conforto térmico, repercutem no regime dos elementos hídricos e também na qualidade do ar (e não só diretamente pelas fontes emissoras de poluentes), como cita Danni-Oliveira (1999-b, p.35), pois influem na dispersão de tais partículas:

O comportamento vertical da temperatura do ar é que rege os movimentos descendentes e ascendentes do ar, os quais conduzem a situações de concentração ou diluição dos contaminantes nele contidos, na ausência de ventos.

Ainda acerca de complementação de conceitos para compreensão do S.C.U., Mendonça (1995, p.19) afirma que

É uma proposição de abordagem geográfica do clima da cidade, ou seja, envolve tanto os elementos de ordem meteorológica da atmosfera quanto os elementos da paisagem urbana em sua dinâmica, que, conjuntamente formam o ambiente urbano. Os três subsistemas propostos pelo autor possibilitam o estudo detalhado do ambiente atmosférico da cidade, resultando no conhecimento do seu clima e no levantamento de sugestões para o planejamento da mesma.

E, complementando, o autor afirma acerca da dinâmica de alterações do clima na produção urbana, ainda que:

O clima urbano é então derivado das seguintes principais alterações no ambiente natural: retirada da cobertura vegetal, introdução de novas formas de relevo, concentração de edificações, concentração de equipamentos e pessoas, impermeabilização do solo, canalização do escoamento superficial, rugosidade da superfície, lançamento concentrado e acumulação dos gases na atmosfera, e produção de energia artificial.

Apesar de tantos fatores de diferenciação, como citam Monteiro et al. (2003), a estrutura interna do Sistema Clima Urbano não pode ser definida pela simples superposição ou adição de suas partes (compartimentação ecológica, morfológica ou funcional urbana), mas somente por meio da íntima conexão entre elas. E, sob o que se adota neste trabalho, a importância da questão dinâmica, de quem emprestamos o conceito de Sorre (1951) anteriormente citado.

Das diferenciações citadas importam neste trabalho seus efeitos sobre o habitante urbano. Rossi (2004) comenta acerca de cidades com crescimento desordenado o fato da qualidade de vida ser afetada direta ou indiretamente pelas alterações no ambiente.

Em relação ao clima urbano, ao ser modificado por ações e intervenções humanas, irá propiciar diferenciados microclimas e, por conseguinte, distintos graus de conforto térmico. À grandeza escalar citada pela autora como microclima, refere-se à menor unidade espacial do clima dentro do S.C.U. Dentro de generalizada relatividade, propõe-se para o nível imediato superior o termo Topoclima; e em escala ascendente, Mesoclima e Climas Local, Sub-Regional, Regional e Zonal. Alguns autores, como Romero (2001), enquadram estas cinco últimas na classificação como pertencendo à escala Macroclimática.

No caso do presente trabalho, o estudo do desempenho climático das habitações em si está no âmbito do **microclima**, e das medições externas das ruas, restrita à pequena extensão da região experimentada, do topoclima, como descritos acima. De acordo com o denominado S.C.U., ao se enquadrar as habitações estudadas à escala de microclima, considera-se de acordo com Monteiro (1976, p.30) que:

Pode-se usar a palavra com referência a fenômenos atmosféricos próprios de um vale profundo, abrigado dos elementos climáticos como a radiação solar ou os ventos, de uma baía rodeada por montanhas, mas também de uma rua ou de uma praça. Equivale a um desvio climático de características singulares e reconhecíveis - um recinto atmosférico de limites físicos identificáveis, como a rua, por exemplo.

Este enquadramento se dá para a experimentação prática na análise de fatores diferenciais neste estudo, tendo o espaço escolhido a dimensão de uma quadra e seu entorno (cerca de 50.000 m²) ou pouco maior, com características homogêneas de um recinto urbano.

A outra subdivisão abordada de clima local (unidade básica de observação meteorológica), imediatamente superior, que é o **topoclima**, se refere a aspectos de partes distintas de bairros, no caso aplicada às medições que transcorreram externamente na extensão de três a quatro quadras e podem encontrar maior similaridade comparativa em outros bairros da metrópole com topografia semelhante.

Porém, considera-se que as escalas hierarquicamente superiores do clima, na interação com os outros fatores estudados têm influência preponderante dos efeitos da ocorrência de massas de ar e frentes frias, além de outros componentes tais como vento e a predominância do tipo de tempo na macro-região em que se insere um local avaliado. Segundo Monteiro et al. (2003), mediante um conceito do clima a partir do encadeamento de seqüências do tempo meteorológico, com seus elementos componentes (temperatura, pressão e outros), e que conduza a um ritmo habitual ou extremo, caracterizando sua organização funcional, pode-se inclusive avaliar o balanço de energia no sistema analisado.

Cabe então a observação de Romero (2001, p. 46) de que em um espaço construído, todos os elementos meteorológicos sofrem alterações:

Os efeitos das complexas superfícies geométricas, a sombra e a orientação dos edifícios individuais, as propriedades térmicas e higrométricas dos edifícios, vias e outros elementos construídos, o calor do metabolismo e dos vários processos de combustão da cidade, bem como os poluentes cedidos nas trocas do ar criam um clima diferente daquele das áreas não urbanas ou não construídas.

Ainda segundo o autor ora citado, da comparação entre cidade e campo surgiram os seguintes dados fundamentais:

- ❖ a cidade modifica o clima por meio de alterações na superfície;
- ❖ a cidade produz alterações no campo térmico, modificações nos ventos, na umidade e até nas precipitações, que na maioria das vezes aumentam;
- ❖ a maior influência aparece por meio da alteração na própria composição da atmosfera, chegando a condições adversas na maioria dos casos.

Romero (2001, p.214) ainda ressalta três características que alteram consideravelmente os aspectos climáticos da região:

1ª. os materiais que compõem a superfície urbana, pois eles possuem uma capacidade térmica mais alta e ainda resultam ser melhores condutores que os materiais de superfícies não construídas.

2ª. a superfície urbana, já que ela apresenta um aspecto mais rugoso do que as superfícies não construídas, causando uma maior fricção entre a superfície e os ventos que a atravessam.

3ª. as superfícies das edificações, que atuam como refletores e radiadores ampliando, em seu conjunto, os efeitos da radiação incidente.

Nestes aspectos importa destacar que das alterações na superfície, entre outros, leva-se em consideração a modificação da taxa de permeabilidade do solo, influente na umidade e evaporação, e a evapotranspiração no caso da alteração da cobertura vegetal. E, acerca de alterações no campo térmico, cabe ainda destacar a geração de energia térmica produzida pelas indústrias, veículos, por aparelhos, equipamentos e outras infra-estruturas, além do próprio metabolismo humano.

Um dos objetivos dos conhecimentos e conceitos abordados em relação ao S.C.U. interagindo com a interferência humana é aplicá-los nas decisões de planejamento urbano e projetos específicos, regulamentados por instrumentos institucionais. Tais medidas podem resultar em adequação ao clima tanto de arranjos apropriados na configuração dos espaços externos quanto nas características físico-químicas dos materiais que a constituem, desde a região em que se inserem até ambientes internos das edificações.

Segundo Givoni (1997) , os fatores que devem ser avaliados no planejamento urbano são:

- ❖ escolha do local para a implantação da cidade ou de loteamentos de grande porte;
- ❖ tamanho das cidades ou do empreendimento;
- ❖ distância entre as edificações e densidade da área construída;
- ❖ cobertura do solo, áreas impermeabilizadas, vegetadas e cultivadas;
- ❖ orientação e as larguras das caixas das vias;
- ❖ altura média das edificações e
- ❖ desenho das edificações.

Schiller e Evans (1996) defendem que a capacidade de projetar no meio urbano depende da identificação das variações regionais do clima nas áreas urbanas. Desta maneira, os autores indicam cinco etapas para alcançar um desenho urbano apropriado:

- ❖ análises das variáveis climáticas fundamentais: temperatura, umidade, ventos, chuva, nebulosidade e radiação;
- ❖ avaliação das influências diretas e indiretas das variáveis climáticas no conforto humano para determinar estratégias construtivas adequadas ou a necessidade de climatização artificial;
- ❖ selecionar as estratégias de desenho adequadas às condições naturais locais;
- ❖ escolher as estratégias bioclimáticas adequadas e
- ❖ avaliar os resultados usando modelos, simulações etc.

Givoni (1997) analisa ainda fatores e relações das propriedades termofísicas dos edifícios com as variáveis climáticas, e especificamente elementos do clima tais como temperatura e umidade do ar, vento, radiação solar, precipitação, relacionados ao homem e à arquitetura, com os efeitos no interior das edificações acerca do conforto térmico.

Olgyay (1998) estabelece condições de conforto térmico para habitações e conjuntos urbanos a partir de estudos climáticos regionais. Foram propostas quatro etapas para a adequação do desenho aos conceitos bioclimáticos:

- ❖ análises dos elementos climáticos locais;
- ❖ avaliação das sensações humanas, em termos fisiológicos e biológicos;
- ❖ análise das soluções tecnológicas para cada tipo de problema de conforto térmico;
- ❖ desenho arquitetônico levando em consideração as 3 etapas anteriores.

Algumas correntes conceituais na arquitetura, tal qual a Arquitetura Solar citada por Corbella e Yannas (2003, p.17) têm sua base na busca de uma suposta sustentabilidade ecológica e eficiência energética. Uma dessas linhas da arquitetura que utiliza tais conceitos, como os aqui anteriormente citados por Givoni (1997), trata-se da denominada Arquitetura Bioclimática, bem definida por Serra (1989) apud Romero (2001, p.25), como sendo

Aquela que otimiza, no seu próprio desenho arquitetônico, suas relações energéticas com o entorno e o meio ambiente. Aproveita o sol no inverno e evita-o no verão, utiliza os benefícios da ventilação para combater a umidade e para extrair o ar quente, vale-se do isolamento para reduzir as trocas térmicas com o exterior, especialmente as perdas de calor em épocas frias. Nessa arquitetura, as superfícies envidraçadas orientam-se em direção ao sol de inverno e nas horas de escuridão fecham-se com proteções noturnas especiais para reduzir as perdas de calor. Em outras orientações, as fachadas e a forma do edifício buscam uma adequação maior em relação ao frio e ao vento de inverno. Ao mesmo tempo, todo o edifício faz-se mais pesado para amortecer as oscilações da temperatura interna e também adaptar-se às características do entorno, relevo, vegetação, etc, utilizando todos esses elementos sem deixar de aproveitar ao máximo as vantagens da luz natural, da proteção do sol no verão e da visão da paisagem

Encontramos referências de Arquitetura denominada Sustentável em obras tais como a anteriormente aqui citada de Corbella e Yannas (2003, p.17), onde definem que

Arquitetura Sustentável (...) é a que quer criar prédios objetivando o aumento da qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e no seu entorno, integrado com as características da vida e do clima locais, consumindo a menor quantidade de energia compatível com o conforto ambiental, para legar um mundo menos poluído para as futuras gerações

Yeang (2007, p.4) também aponta o projeto bioclimático, com uso de energia passiva, como estratégia para a forma da edificação:

Pode influenciar significativamente a configuração da forma construída e da sua vedação. Portanto, deve ser o primeiro nível a se considerar no processo, a partir do qual podemos adotar outras maneiras de aumentar a eficiência energética.

A escolha dos materiais e da tecnologia para a execução caracteriza, então, o sistema construtivo que se procura adequar às condições locais para atingir tal eficiência: segundo Lamberts, Dutra e Pereira (1997, p.56), diferentes superfícies, que determinam os ambientes externos e internos de uma edificação, possuem distintas capacidades de transmitir a radiação solar, posto que “os materiais de construção se comportam de modo distinto”. Exemplificando tais conceitos neste caso de estudo, temos que as casas da Vila Tecnológica a serem analisadas apresentam o fechamento opaco (as diferentes paredes de vedação) como sendo o fator principal de diferenciação da transmissão de calor, para comparações entre distintas tecnologias.

Neste caso, considerando que os fechamentos transparentes ou translúcidos (“onde geralmente acontecem as principais trocas térmicas em uma edificação”, op. cit., p. 64) e as coberturas sejam semelhantes entre si, e não sendo observadas significativas diferenças de posição ou dimensão nos casos apresentados. Lamberts, Dutra e Pereira (1997) ainda enfatizam que a parcela de radiação transmitida para o ambiente interior é a principal fração dos ganhos térmicos, ressaltando que

Em um fechamento opaco, a transmissão de calor acontece quando há uma diferença de temperatura entre suas superfícies interior e exterior. O sentido do fluxo de calor será sempre da superfície mais quente para a mais fria. Para melhor entendimento do fenômeno, pode-se subdividi-lo em três fases: troca de calor com meio exterior (...); condução através do fechamento (...); e troca de calor com meio interior,

sendo que na fase da condução pelo fechamento, se considerarmos as distintas paredes de vedação do caso de estudo, a diferente temperatura da superfície externa e interna:

se traduzirá na troca de calor entre as duas. Nesta fase a troca térmica será por condução (sendo o material sólido e homogêneo – nota do autor) e a intensidade do fluxo de calor **pelo material** dependerá de sua condutividade térmica (λ), propriedade que depende da densidade do material e representa sua capacidade de conduzir maior ou menor quantidade de calor por unidade de tempo (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA. p.56-59, 1997).

No caso do fechamento opaco se apresentar como uma parede heterogênea, “onde os elementos da construção se constituem de várias camadas de materiais diferentes” (FROTA & SCHIFFER, 1988), pode haver uma diminuição da troca de calor com o emprego de materiais de condutividade mais baixa (isopor, por exemplo, cuja condutividade $\lambda = 0,03 \text{ W/mK}$) ou uma das camadas se constituir numa câmara de ar. Neste último caso, as trocas térmicas se dão por convecção e radiação, tendo como exemplo no caso de estudo, os vazios das paredes de painéis duplos de placas de concreto separadas por câmara de ar, e das paredes de tijolos furados. Na análise das temperaturas neste trabalho, levou-se em consideração não apenas os parâmetros das médias e absolutas, mas também as condições das temperaturas observadas em relação ao conforto térmico, dado a maior importância da amplitude de sua variação em espaço de tempo, principalmente por indicar que alteração o usuário irá assimilar nos espaços internos em relação à variação do exterior imediato. Segundo Cruz et al. (2007, p.57),

Dois parâmetros especialmente representativos e característicos de uma edificação são o Fator Decremental e o Atraso Térmico. Estes dois parâmetros caracterizam o comportamento térmico da habitação ao descrever sua resposta térmica frente às condições exteriores. O Fator Decremental, aplicado a um espaço interior, representa um coeficiente da Variação da Amplitude Interior em relação à amplitude da temperatura exterior. Este coeficiente é o quociente entre a amplitude da temperatura interior e a exterior

Ainda segundo Cruz et al (2007, p.57), é possível caracterizar o desempenho e comportamento térmico de um ambiente mediante a identificação e correlação de valores característicos de sua temperatura e do espaço externo; tais valores, a saber, temperaturas máxima, mínima, média e sua amplitude, definem as “temperaturas características”, onde estes autores citam a definição de Gonzalez (1997) como sendo aquelas que “constituem valores que identificam um comportamento específico de um sistema”.

Quanto ao atraso térmico anteriormente citado, é importante característica dos materiais de fechamentos das edificações que, ao absorver calor do ambiente voltado para uma de suas faces, interna ou externa, e conduzir para outro extremo, retém uma parte, maior ou menor dependendo de sua massa térmica. De acordo com Lamberts et al. (1997, p.63),

quanto maior a massa térmica, maior o calor retido, e este pode ser devolvido ao interior quando a temperatura do ar for menor do que a superfície. Supondo uma localidade onde as temperaturas oscilam entre valores altos durante o dia e baixos à noite, pode-se utilizar a massa térmica dos fechamentos para acumular calor durante o dia, retê-lo, e mais tarde devolvê-lo ao interior. Haverá uma diminuição da amplitude da temperatura interna, que oscilará de forma amortecida. O pico da temperatura acontecerá alguma horas após o fechamento estar submetido ao pico da temperatura externa, o que constitui o tempo de retardo térmico. (...) Com isso o microclima interno é bem mais ameno que o clima do exterior.

Como dito anteriormente, além de influir no conforto térmico, diferentes sistemas construtivos têm desempenhos distintos nas trocas de energias que devem ser analisados na avaliação bioclimática, juntamente com as condições do entorno.

Além do menor gasto energético no seu ciclo de vida, acrescido de outras formas de economia e atitudes ecologicamente corretas (aproveitamento de energia passiva, reutilização da água, reciclagem, respeito aos recursos naturais, etc.), a consideração de tais conhecimentos interdisciplinares significaria a mitigação do impacto ambiental, como resume Yeang (1999, p. 156):

A arquitetura é algo mais que a arte de construir com o ajuste ideal de estética; também é uma arte social e existe um considerável número de disciplinas que estão reclamando um lugar na definição de seu corpo do conhecimento. É chegado o momento propício para que a ecologia ocupe o lugar que lhe corresponde. Como ciência natural, a ecologia cuida da sobrevivência dos seres humanos em sua qualidade de componentes bióticos da biosfera, a qual estão modificando constantemente. Com sua arquitetura e seu urbanismo, os seres humanos contribuem substancialmente com este processo progressivo de modificação e deterioração do meio ambiente. Se os projetistas pudessem focalizar seus projetos com um melhor conhecimento da relação e dos conflitos entre a arquitetura e a ecologia, o resultado seria uma redução do atual estado de degradação ambiental. (tradução do autor)

A compilação destas bases ecológicas e sua aplicação em projetos e planejamento para habitações unifamiliares agrupadas, desde um pequeno condomínio a um novo bairro, viria influir nos espaços globais a partir do meio-ambiente localmente melhorado no efeito de escala, até promover a difusão de novas atitudes e tecnologias, ações e conscientizações.

Ao se conceber a construção de uma habitação ou o espaço reservado para um futuro agrupamento delas, seja na condição de planejador, empreendedor ou usuário, muitas vezes prevalece a ótica meramente econômica e de curto prazo, e desconsidera-se os aspectos aqui citados. Porém, a fundamentação ética deve considerar as questões da responsabilidade sócio-ambiental e econômica, já que as tecnologias e conhecimentos estão disponíveis, cientificamente atestados e cada vez mais acessíveis. Acerca destes conhecimentos, em relação aos mecanismos do clima urbano que interagem com as diferentes tecnologias, pode-se, em tempo, elucidar fatores e variáveis que implicam no conforto térmico de um ambiente, facilitando o entendimento. Assim sendo, colocam-se a seguir algumas considerações, dentro do amplo espectro do tema, mas suficientes para o que se aborda nas análises posteriores e para complementar alguns conceitos já apresentados.

2.2.1 Clima: fatores e variáveis abordados e complementares

Apresenta-se uma revisão de definições, complementando conceitos acerca de conforto térmico e climatologia referenciados neste trabalho, sendo alguns acerca de características a serem analisadas no desenvolvimento do tema:

- ❖ **Radiação solar:** Energia eletromagnética fornecida pelo sol irradiada por ondas curtas propagadas através do espaço a aproximadamente 300.000 km/s. Segundo Sampaio (1996, p.40) um centímetro cúbico perpendicular aos raios solares recebe cerca de 2 calorias por minuto (ressalte-se que as quantidades de radiação variam em função da época do ano e da latitude). A atmosfera absorve, reflete, difunde e re-irradia parte da energia solar; a Terra também, de acordo com os valores de albedo da sua superfície.
- ❖ **Albedo:** Relação entre a radiação de onda curta (ou visível) refletida e a incidente; geralmente, refletem maior radiação as superfícies secas e claras. Nas tabelas que se seguem, comparativamente, temos exemplos de diferentes comportamentos por diferentes superfícies que podem ser observadas nos elementos que compõem um espaço urbano; no caso, tipos de solo e materiais em relação ao albedo e emissividade.

TABELA 01 - VALORES MÉDIOS DE ALBEDO

<i>SUPERFÍCIE / MATERIAL</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>	<i>ALBEDO</i>
	Gramas: - longa (1.0mm)	0.16
	-curta (0.02mm)	0.26
	Gramas verde: -seca pelo Sol	0.19
	Gramado de jardim	0.20-0.30
	Massa vegetal sem especificação	0.10-0.30
Superfície vegetada / Arborizada	Mata decíduifolia: - Inverno	0.10-0.15
	-Verão	0.15-0.20
	Floresta tropical úmida	0.07-0.15
	Floresta de pinus	0.14
	Eucaliptos	0.20
	Coníferas mista	0.06-0.22
Solo nu	Em geral	0.5-0.40
	Terra preta: -seca	0.14
	-úmida	0.16
	Solo orgânico (preto)	0.10
	Solo arenoso	0.20-0.40
Áreas Urbanas	Adensadas	0.15-0.25
Amazônia brasileira	Floresta tropical	0.14-0.21

Fonte: PONCE; LOHANI (1994)

TABELA 02 - PROPRIEDADES RADIANTES DE ALGUNS MATERIAIS URBANOS

SUPERFÍCIE	ALBEDO	EMISSIVIDADE
<i>Via asfaltada</i>	0.05 - 0.20	0.95
<i>Parede:</i>		
- de concreto	0.10 - 0.35	0.71 - 0.90
- de tijolo	0.20 - 0.40	0.90 - 0.92
- de pedra	0.20 - 0.35	0.85 - 0.95
- de madeira	-	0.90
<i>Telhado:</i>		
- de telha	0.10 - 0.35	0.90
- de ardósia	0.10	0.90
- de sapé/palha	0.15 - 0.20	-
<i>Janela de vidro branco:</i>		
- ângulo zenital < 40°	0.08	0.87 - 0.94
- ângulo zenital 40 a 80°	0.09 - 0.52	0.87 - 0.92
<i>Tinta:</i>		
- branca	0.50 - 0.90	0.85 - 0.95
- vermelha, marrom e verde	0.20 - 0.35	0.85 - 0.95
- preta	0.02 - 0.15	0.90 - 0.98
<i>Áreas urbanas (latitudes médias):</i>		
- variação	0.10 - 0.27	0.85 - 0.95
- média	0.15	-

Fonte: OKE (1978, p.247.)

- ❖ **Insolação:** é determinada pela quantidade de horas que determinado local recebe radiação solar, levando em consideração a quantidade que atinge a superfície da terra e as condições do céu quanto à presença de nuvens ou não.
- ❖ **Relação da Altura Solar:** Apesar da Latitude também influir, para um mesmo local, em função da hora do dia, observa-se diferentes valores de aquecimento, devido à diferente espessura da atmosfera atravessada pela radiação solar; observando-se aquecimento máximo da superfície terrestre próximo ao meio dia e mínimo ao por do sol em função de tal posicionamento solar.
- ❖ **Temperatura:** variável que determina o fluxo de calor que passa de um corpo com maior quantidade térmica para outro com temperatura mais baixa; considerando-se uma velocidade de fluxos de ar no local pequena, a maior parte do aumento da temperatura é consequência dos ganhos térmicos solares por radiação; esta, ao atingir as superfícies, apresenta grande diferencial dependendo da altitude do local, da topografia, do tipo de solo e da vegetação. Segundo Ayoade (1991) apud Sampaio (1996, p.61), a temperatura é determinada pelo balanço entre a radiação incidente e a emitida e sua transformação em calor latente e sensível. No final, o balanço da radiação terrestre pode ser considerado nulo, após a Terra perder calor por irradiação, evaporação e convecção.
- ❖ **Temperatura Radiante Média (TRM):** é a temperatura ambiente de uma circunvizinhança, considerada uniformemente negra para eliminar o efeito de reflexão, com a qual um corpo (em um experimento, um globo negro por exemplo) troca tanta quantidade de energia quanto a do ambiente atual considerado (BOND, KELLY, 1955 apud SOUZA *et al.* 2002). A ISO 7726 normatiza seu cálculo, podendo ser determinada pela seguinte equação:

$$TRM = 100 \times \left[2,51 \sqrt{v} (tgn - tbs) + (tgn/100)^4 \right]^{1/4} \quad \text{Onde:}$$

v = Velocidade do vento, $m.s^{-1}$,

tbs = Temperatura de bulbo seco (do ar), K e

tgn = Temperatura de globo negro, K, obtida pelo termômetro de globo negro, que consiste em esfera oca pintada com tinta preta fosca (para maximizar a absorção de radiação solar) tendo um termômetro instalado em seu interior. Indica, por meio do valor lido, os efeitos combinados da energia radiante, temperatura e velocidade do ar, três importantes fatores que afetam o conforto térmico. (CAMPOS, 1986 apud SOUZA *et al.* 2002).

- ❖ **Umidade:** Quantidade de vapor de água existente no ar, resultado da evaporação da água da superfície da Terra, da evapotranspiração dos vegetais e das massas de ar que se originam de locais mais úmidos; diz-se absoluta quando expressa a relação do vapor de água com unidade de volume de ar (g/m^3); e relativa quando a relação do vapor de água verificado é com a máxima quantidade que o ar seria capaz de conter naquela determinada temperatura. Assim, quando há diminuição da temperatura a umidade relativa tende a aumentar, fatores de tendência inversa.
- ❖ **Carga Térmica:** Quantidade de calor calculada para ser trocada com o ar de um sistema, de modo que se mantenham os índices desejáveis de temperatura e umidade; leva em conta o calor sensível (diferença de temperatura interna e externa), e o calor latente (quantidade energética para equilibrar a diferença entre a temperatura e a umidade do ar do ambiente interior com o ar advindo do exterior).
- ❖ **Relação Vegetação e Clima:** diferentemente de outras barreiras à radiação, características inerentes à espécies vegetais podem ser usadas estrategicamente para influir no microclima: árvores caducifólias sombreiam ambientes no verão e deixam passar a luz do sol no inverno. Neste sentido, Lamberts, Dutra e Pereira (1997, p.35), observam que

Em locais arborizados, a vegetação pode interceptar entre 60% e 90% da radiação solar, causando uma redução substancial da temperatura da superfície do solo. Isto acontece porque o vegetal absorve parte da radiação solar para o seu metabolismo (fotossíntese). A parcela de calor emitida da árvore para o solo também é menor que a céu aberto. Além disso, o movimento do ar entre as folhas [convecção] retira grande parte do calor absorvido do sol.

Ainda em função do seu metabolismo, a relação também se dá com a umidade do local, devido à evapotranspiração, pois como definida por Sampaio (1996, p.59) “é o processo combinado da evaporação e transpiração dos vegetais aumentando assim o teor de umidade da área que os contêm.”

2.3 A VEGETAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE CONFORTO TÉRMICO APLICADA AO MEIO URBANO

Paisagismo, Arquitetura da Paisagem ou Arquitetura de Exteriores são termos acadêmicos que, no Brasil, não têm uma formação profissional regulamentada tão específica como em alguns outros países; porém, segundo Rocha (2005), nos EUA existe um programa em *Landscape architecture* estruturado desde 1901 e destacado da formação do arquiteto, com a qualificação de *undergraduate* (quatro a cinco anos) e *graduate* (três anos) correspondendo respectivamente aos cursos brasileiros de graduação e pós-graduação, para onde podem convergir pessoas com formação nas mais diversas áreas do conhecimento.

A arquitetura paisagística no Brasil, que trata da estruturação do espaço livre de edificação com ou sem vegetação, tem atribuição exclusiva de arquitetos e urbanistas, apesar de muita discussão em torno da matéria.

A própria legislação, mediante a Resolução 218/73 do Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura, determina que “compete ao arquiteto o desempenho de atividades referentes a (...) conjuntos arquitetônicos, (...) arquitetura paisagística, (...) planejamento físico, local, urbano e regional”, concluindo que

Segundo as definições e a formação profissional, Paisagismo é a arte e técnica de planejar espaços de maneira funcional, econômica e esteticamente, necessitando de um conhecimento de história e teoria da arquitetura e urbanismo para o seu embasamento, competência própria dos profissionais arquitetos,

Atribuição que, na prática, é estendida para biólogos, agrônomos e, mais recentemente aos engenheiros florestais; ou seja, vai além de mero *design* ou manifestação artística com técnica de execução.

Empregar aqui o termo **arborização** poderia soar um reducionismo, pois o paisagismo empresta à vegetação portes generalizados desde líquens até o mais alto dossel de araucárias, e acrescenta a esta flora, natural ou implementada, elementos que transcendem à ela própria em uma extensão que lhe complementa, com o advento de caminhos, panos de água, pisos de pedras, gramados permeáveis, pergolados, esculturas, brinquedos, bancos e outros equipamentos.

O emprego e manutenção desses recursos materiais volumétricos ou superficiais, peças artísticas, mobiliários, água ou vegetais podem compor alguns dos elementos constituintes do paisagismo de um determinado espaço que, além de diferenciá-lo, acarretam efeitos diretos no microclima e, conseqüentemente, na qualidade do ambiente para quem o habita.

Refere-se à **paisagem** neste trabalho como um complemento na forma de adjetivo: arquitetura ‘da paisagem’, ‘paisagística’, apesar de ser o vocábulo principal da expressão; cabe então, entre tantas definições do termo, uma citação adotada pelo autor, das muitas que se aplicam, de acordo com a notoriedade de Burle Max (1975, p. 2-3):

A paisagem, ao englobar todo o ambiente visual a partir de um ponto de observação qualquer, não pode ser identificada como conjunto de acidentes geográficos dessa porção de terra. Mais complexo que isso, envolve, além da base física, constituída pela porção correspondente da litosfera e dos recursos hídricos locais, todo o conjunto dos seres vivos que aí habitam – inclusive o homem.(...) Em contraposição a usos baseados na diversidade, riqueza e dinamismo do sentido original de ‘paisagem’, há também o sentido vulgarizado do termo, que lhe contradiz a essência (...): estáticas, passivas, contrapondo-se ao dinamismo das áreas ‘civilizadas’, essas paisagens se tornaram meros objetos de consumo. Fato, aliás, que a propaganda imobiliária usa com muito sucesso

Na abordagem deste trabalho, apesar de citado o paisagismo no meio urbano como abrangente a toda forma de complemento ambiental do espaço não edificado, está se analisando apenas a arborização e a cobertura vegetal do solo (ou ausência destas), e seus efeitos sobre o clima local, a partir de propriedades percebidas até visualmente ou sensorialmente, tais como o efeito do sombreamento à radiação solar e da diferente absorção de calor e retenção de umidade em um gramado de uma área pavimentada, por exemplo.

Em relação à importância da cobertura vegetal, Barradas, Tejada-Martinez e Jaurégui (1999, p.1-5) atribuem que

Plantas podem desempenhar um papel importante no clima urbano devido à sua capacidade de absorver a radiação solar e calor, dissipando a carga térmica através de calor latente ao invés de calor sensível. A sua presença em um ambiente quente e seco ajuda a criar um mosaico urbano de microclimas. Parques urbanos ou áreas urbanas vegetadas atuam como pequenos oásis, uma vez que elas são mais frias e mais úmidas do que os seus arredores (Barradas, 1991). (...) Neste contexto, e apesar da importância dos parques públicos urbanos ou áreas urbanas vegetadas para o clima urbano, verifica-se uma falta de estudos investigando o papel da vegetação tropical nos ecossistemas urbanos.

No que ressaltam Monteiro *et al.* (2003, p.110), citando que

A vegetação, enquanto fator climático, manifesta sua influência em todas as escalas de grandezas climáticas, tendo implicações desde a formação do questionável efeito-estufa planetário até a derivação de ambientes microclimáticos naturais, rurais ou urbanos.

Segundo Meier (1991), a cuidadosa alocação de vegetação ao redor de uma edificação vem sendo considerada há muito tempo como um dos meios moderadores do calor, que o paisagismo influencia no ganho de calor por sombreamento do sol e na criação de um microclima mais fresco ao seu redor, embora o menor gasto de energia decorrente não tenha sido quantificado nem reconhecido de forma ampla.

O autor citado anteriormente afirma que várias pesquisas constataram reduções de energia em relação à economia no uso de condicionadores de ar quando na presença de diferentes tipos de vegetação, e que apesar de reduções de 25 a 50% terem sido mais comuns, índices de até 80% foram observados, independentemente da umidade do ar.

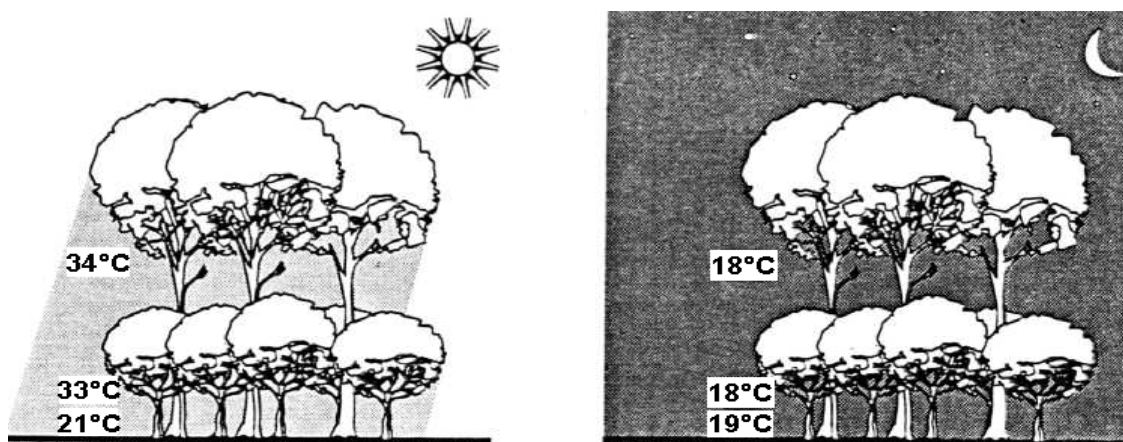


FIGURA 02 – VARIAÇÃO DIÁRIA DA TEMPERATURA DO AR (°C) SOB ARBORIZAÇÃO DE DIFERENTES PORTES

Fonte: Robinette, 1972 apud Mascaró, 1996 p.77

Em relação à temperatura do ar, observa-se uma relação de influência direta com a umidade do ar, a radiação solar e o vento; como na Figura 02, segundo Mascaró (1996, p.78):

O controle da radiação solar, associado ao aumento da umidade do ar, faz com que a variação da temperatura do ar seja menor, reduzindo a amplitude térmica sob a vegetação, sendo maior durante o verão pois a densidade foliar e a evapotranspiração das plantas são mais intensas. A amplitude térmica sob agrupamentos é sempre menor que sob as árvores isoladas

Oke (1978) apud Mascaró (1996, p.69) quantifica que “apenas 20% do fluxo incidente sobre a cobertura vegetal atinge o solo”, após salientar que a radiação transmitida depende de fatores tais como cor, espessura e transparência das folhas, além do ângulo que os raios solares incidem. Romero (2001, p.94) ressalta que “como resultado da evapotranspiração, o ar próximo do solo nas áreas verdes é mais frio do que o das áreas construídas.”

De acordo com Sampaio (1996, p.58), “A vegetação é um revestimento que funciona como uma cobertura intermediária entre a atmosfera e o solo, interferindo na temperatura do ar, na umidade, na radiação solar e no movimento do ar”, citando ainda que a evapotranspiração é outro fator importante na influência da vegetação no clima, aumentando o teor de umidade da área que os contêm, e a utilização do CO₂ para a fotossíntese tem efeito depurador da atmosfera.

Algumas dessas considerações são bem explanadas por Mascaró (1996, p.79):

A umidade dos ambientes com vegetação está relacionada à evapotranspiração. O efeito evaporativo depende do albedo, morfologia, rugosidade e resistência articular da superfície foliar. A umidade relativa do ar sob a vegetação é maior que nos espaços sem ela, entre 3% e 10% (...). A emissão de vapor de água por transpiração se estabelece quando há disponibilidade de anidrido carbônico na atmosfera (CO₂) e de umidade no solo e no interior da planta, sendo proporcional à estrutura e densidade da vegetação. A estrutura da planta modifica a ação da precipitação, alterando a quantidade de umidade que alcança o solo).

Na mesma obra, a autora citada enfatiza quatro efeitos básicos de barreira ao deslocamento de ar, enumerados por Robinette (1972) apud Mascaró (1996) :

- ❖ obstrução (efeito bloqueador),
- ❖ deflexão (ação de desvio do fluxo de ar),
- ❖ filtragem (redução da velocidade) e
- ❖ condução (direcionamento e mudança de velocidade).

A influência do vento na sensação térmica é determinada pelo seu efeito evaporativo no contato superficial com a pele que, através da convecção, promove perda de calor.

Assim, pode-se regular e controlar tais efeitos com estratégias de empregar massas vegetais de diferentes formas, portes, permeabilidades, posicionamentos, de acordo com o resultado esperado, aproveitando ou evitando-o, como pode se observar na figura 03, apresentada a seguir:

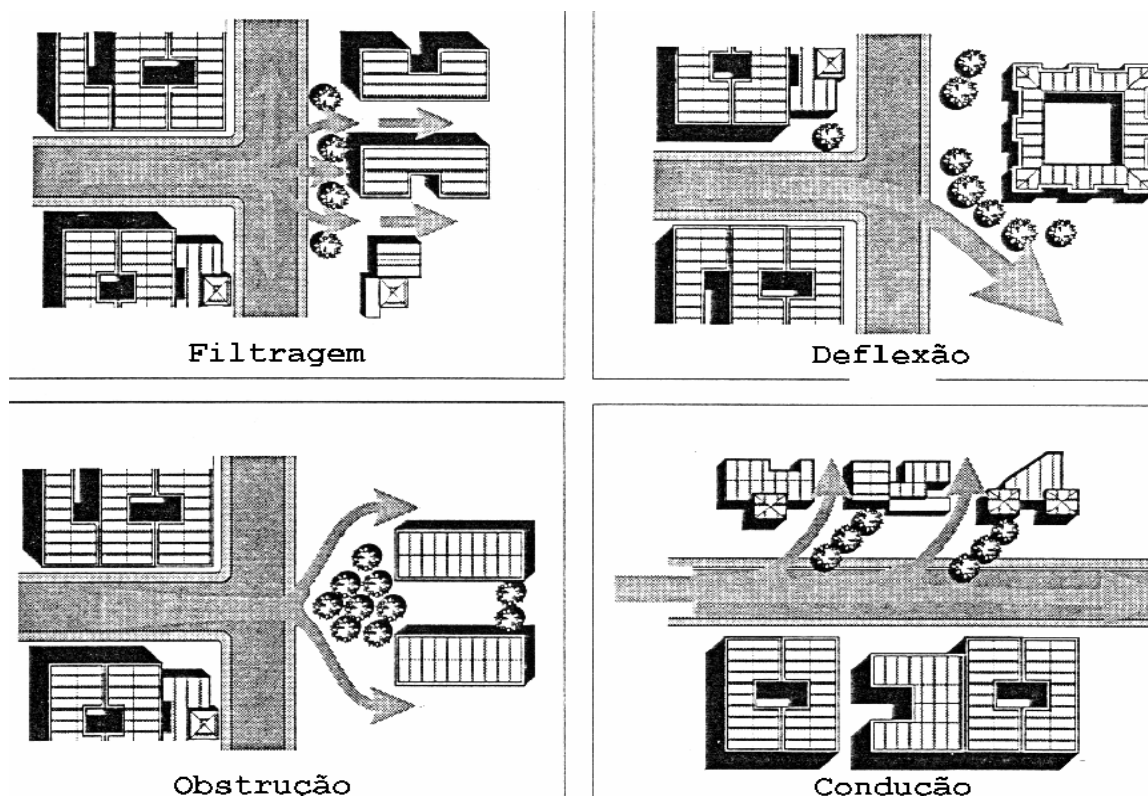


FIGURA 03 – EFEITOS BÁSICOS DA BARREIRA VEGETAL

Fonte: Mascaró, 1996, p.77

Outras melhorias proporcionadas pela vegetação no paisagismo são apontadas por Nucci (2001, p.60), acrescentando sua importância no contexto da qualidade de vida:

Vários autores (Geiser *et al.*, 1975 e 1976; Di Fidio, 1985; Marcus & Detwyler, 1972; Douglas, 1983, Cavalheiro, 1991, Fellenberg, 1980 etc.) citam os benefícios que a vegetação pode trazer ao ser humano das cidades, como: estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas; obstáculo contra o vento; proteção da qualidade da água, pois impede que substâncias poluentes escorram para os rios; filtração do ar, diminuindo a poeira em suspensão; equilíbrio do índice de umidade no ar; redução do barulho; proteção das nascentes e dos mananciais; abrigo à fauna; organização e composição de espaços no desenvolvimento das atividades humanas; é um elemento de valorização visual e ornamental; estabilização da temperatura do ar; segurança das calçadas como acompanhamento viário; contato com a natureza colaborando com a saúde psíquica do homem; recreação; contraste de texturas, mistérios e riquezas de detalhes; árvores decíduas lembrariam ao homem as mudanças de estação; quebra da monotonia das cidades, cores relaxantes, renovação espiritual: consumo de vegetais e frutas frescas; estabelecimento de uma escala intermediária entre a humana e a construída; caracterização e sinalização de espaços, evocando sua história.

Com os referenciais teóricos apresentados que demonstram efeitos diretos na utilização da vegetação, podendo proporcionar benefícios tais como estéticos e econômicos com um paisagismo adequado, este trabalho buscou anteriormente apresentar também, para se aliar aos resultados dos próprios experimentos, alguns casos estudados por outros pesquisadores.

2.3.1 Estudos de campo acerca da influência da vegetação

Vários são os autores (Oke, 1998; Vecchia e Barbosa, 2007; Cook et al., 2003 etc) que têm se dedicado aos estudos do efeito da vegetação nos ambientes urbanos; a busca por melhor qualidade de vida e fatos relacionados com a retirada de coberturas vegetais, como o aquecimento global, parecem ter estimulado tais pesquisas. Porém, há tempos analisando alterações do clima em recintos urbanos, Oke (1989) já constatava que em pequenos espaços verdes o efeito atenuante do calor advém principalmente do sombreamento que espécies arbóreas proporcionam. Conforme cita Mendonça (2003), é recorrente o destaque da relevância de espaços verdes nas cidades, nos recentes estudos em relação ao clima urbano, principalmente por promoverem conforto térmico ao atuarem como reguladores nas variações termo-higrométricas. Segundo Mascaró *et al.* (2007, p.9),

Quando a rua tem árvores de grande porte que se iguala à altura dos edifícios, o sombreamento da vegetação é mais significativo, reduzindo a importância dos efeitos da geometria e da orientação do recinto urbano, diminuindo a assimetria das sombras decorrentes da orientação do eixo da rua. Devido ao baixo valor do albedo, a energia que gasta nos processos fisiológicos e a quantidade de vapor de água que produz, a vegetação constitui o material ideal para ser utilizado como sombreamento de verão da cidade.

Ressalta-se assim a importância da inclusão de arborização no planejamento de novos espaços ou de plantio posterior em programas de melhoria urbana, que pode reduzir inclusive custos energéticos ao diminuir a necessidade de aparelhos para climatização ativa. Deve ser considerada na prática a existência, ou a possibilidade de harmonizar, inclusive fatores tais como rede de fiação aérea, largura da via, a própria orientação, a existência de canteiro central, o tipo de iluminação pública, além da manutenção necessária a cada espécie a ser adotada. A seguir, aspectos pertinentes na apresentação de alguns outros estudos:

- ❖ Oke & Sproken-Smith (1998) fazem um importante experimento relatando diferenças entre a temperatura de parques urbanos vegetados e do seu ambiente construído no entorno, onde constatam que, durante o dia, árvores podem desempenhar um importante papel no resfriamento, segundo os autores talvez através de uma combinação de sombra e resfriamento evaporativo. O trabalho visou observações de superfície e temperatura do ar nas cidades norte-americanas de Vancouver e Sacramento; usou-se também transectos móveis, além de um *scanner* infra-vermelho montado em um helicóptero (para detecção remota da temperatura superficial aparente), combinando características atmosféricas, componentes da superfície e da radiação refletida do céu.

Tal método resultou em imagens térmicas corrigidas e tratadas para gerar mapas cromáticos com as magnitudes das ilhas de frescor³ dos parques. Verificaram também que superfícies relativamente grandes de ilha de frescor estão presentes durante o dia e à noite, constatando, em Vancouver, que parques são tipicamente de 1 a 2 °C mais frios do que seus arredores, mas em condições ideais essa diferença pode chegar a quase 5°C e que maiores ilhas de frescor foram verificadas em áreas verdes irrigadas de Sacramento, onde podem chegar a ser de 5 a 7 °C mais frias do que na área urbana. Ressaltam ainda os autores do trabalho ora exposto que, conforme o tipo de parque, importa em especial a taxa da umidade e a quantidade e disposição de árvores, no desenvolvimento de ilha de frescor: a superfície seca de parques abertos pode ser mais quente do que o ambiente que o rodeia, parques úmidos têm esfriamento máximo durante a tarde, e que as áreas de parques com extensas coberturas de árvores seriam, à noite, mais quentes do que parques abertos. Assim, importa também os períodos do dia: logo após o pôr-do-sol as áreas urbanas arrefecem muito mais lentamente do que o parque, principalmente por causa da diferença da radiação de onda longa emitida e do menor fator de visão do céu nas áreas construídas que, liberando menos radiação, resfriam menos e levam ao surgimento de ilha de calor⁴. Sugerem ainda os autores do trabalho que, à noite, a superfície geométrica das áreas urbanas e as propriedades térmicas dos materiais, bem como taxa de umidade do parque, exercem os mais importantes controles no resfriamento das superfícies. Durante o dia, a presença ou ausência de sombra, o albedo das superfícies e a disponibilidade de umidade seriam as maiores condicionantes, ressaltando que estas propriedades controlam a recepção de radiação solar, a sua absorção e o papel do resfriamento. Citam ainda importante fato constatado de que a influência de parques em temperaturas do ar parece ter alcance de cerca de até uma distância da sua largura. São constatações que poderiam se aplicar ao presente trabalho, respeitando-se os efeitos de escala correspondentes à quantidade de arborização presente nas praças e vias públicas.

³ A ilha de frescor máxima do parque foi calculada subtraindo-se a mínima temperatura do parque, da máxima temperatura urbana.

⁴ A ilha de calor urbana é calculada subtraindo a mínima temperatura rural, da máxima temperatura urbana, obtidas nos transectos.

- ❖ Acerca do citado alcance de influência, complementa-se com o que versa o artigo de Abreu e Labaki (2007), onde verificaram em um raio de 50 metros a influência de uma árvore ou de grupo arbóreo; mediram valores de atenuação da vegetação com solarímetros e compararam com fotos tiradas na posição ortogonal (fator de visão do céu), caracterizando determinada espécie quanto ao conforto. Baseados no experimento, argumentaram que “com esses dados é possível obter parâmetros ambientais relacionados à quantidade de indivíduos arbóreos necessários para o trabalho de termo-regulação eficiente. Além disso, o plantio de árvores no ambiente construído é uma solução prática e barata capaz de melhorar as condições de conforto”. Estabeleceram assim dados importantes para quantificar unidades arbóreas necessárias visando condições ideais de conforto térmico no planejamento urbano e requalificação do microclima.

- ❖ De acordo com os resultados de experimento de Cook *et al.* (2003), com o objetivo de selecionar materiais arquitetônicos que oferecessem as mais baixas temperaturas superficiais para projeto de estação aberta da *Vale Metro Rail System*, a escolha de espécies ideais na vegetação local é também um importante critério para o efeito de resfriamento. O desempenho térmico das plantas foi observado e documentado sob condições reais, a fim de verificar hipóteses para melhorias na eficiência térmica no local da estação de passageiros, ao ar livre. Os testes foram realizados sobre grama, plantas e arbustos. Múltiplas leituras das temperaturas superficiais foram feitas no centro de folhas individuais. A vegetação tinha duas horas de sombra antes das leituras serem tomadas nas áreas superficiais das folhas. As áreas cobertas com grama apresentaram a menor temperatura superficial, em comparação com qualquer outro material de pavimentação. A temperatura superficial variou entre 7 a 20 graus abaixo da temperatura do ar ambiente. O gramado mostrou uma pequena variação de temperatura no sol e sombra, em comparação com outros tipos de materiais de pavimentação em condições semelhantes. Arbustos e plantas médias também apresentaram uma diferença de temperatura entre 8 e 20 graus abaixo da temperatura do ar ambiente. Os autores do trabalho ora exposto ainda ressaltaram que as temperaturas da vegetação e da superfície foliar são sempre variáveis, dependendo da espécie, da saúde, da maturidade e do regime de irrigação.

Assim sendo, apesar da temperatura do ar aumentar a evaporação, algumas plantas cessam e não mais resfriam, permitindo que as suas temperaturas adaptem-se ao ambiente, como um ato de auto - preservação. Portanto, destacou a importância na escolha das espécies e que à noite, as plantas não evapotranspiram, mas seguem as temperaturas do ar ambiente. Teriam daí um efeito neutro sobre a temperatura média radiante durante o período noturno. Barbosa e Vecchia (2007) também constataram que no período noturno as unidades amostrais urbanas de seu experimento apresentaram pouca diferença nos valores de temperatura do ar, indícios de que a influência da vegetação no comportamento térmico dos ambientes urbanos durante à noite não é significativo. No entanto, neste trabalho Cook et al. (2003) documentaram, como importante contribuição, que as temperaturas superficiais de vegetação sempre estarão ligeiramente abaixo das temperaturas do ar ambiente, mostrando que podem contribuir consideravelmente para controlar o microclima do local.

- ❖ Barradas, Tejeda-Martínez e Jáuregui (1999), com uma série de medições de balanço energético realizadas em uma área suburbana com vegetação natural, elaboraram um trabalho na tentativa de avaliar o balanço energético em áreas vegetadas nas cidades tropicais, em estações seca e chuvosa. O estudo foi realizado na Cidade do México, onde outros estudos climáticos da temperatura e umidade foram realizados em parques urbanos (JÁUREGUI, 1975; BARRADAS, 1991). O estudo demonstrou que a dissipação da energia térmica se altera com a mudança da umidade das estações: durante a estação seca, o saldo de radiação é dissipado principalmente pelo aquecimento da atmosfera, e, na estação úmida, o saldo de radiação é dissipado principalmente por evapotranspiração. Lembraram que também Oke et al. (1992) afirmam que dentro das zonas urbanas a retenção de umidade ou liberação de energia por calor sensível e latente altera-se com diferentes usos do solo. Barradas, Tejeda-Martínez e Jáuregui (1999) atribuíram que as diferenças sazonais tenham sido provavelmente devido à disponibilidade de água, plantas e fenologia⁵.

⁵ Estudo dos fenômenos periódicos dos vegetais, incluindo as fases do ciclo vegetativo <www.priberam.com.br> ou Ramo da ciência na biologia que se ocupa com as relações entre clima e fenômenos biológicos periódicos, como as fases de desenvolvimento das plantas <www.michaelis.com.br>, sites acessados em 01/02/08.

No caso do trabalho dos autores, foi estudado um pequeno remanescente de vegetação natural; assim, ressaltam que parques maiores precisam ser investigados por causa dos tipos de vegetação presentes, bem como a natureza do subsolo, que vão influenciar nas características de drenagem e retenção da água, tendo concluído que o comportamento observado dos componentes do balanço energético durante períodos de seca ou úmidos pode ser atribuído à natureza do substrato e ao padrão de resposta do ecossistema.

- ❖ Em relação ao meio urbano, Krüger et al. (2007) utilizaram um modelo em escala reduzida de uma configuração urbana a fim de realizar experimentos acerca do impacto da adição de “superfícies molhadas” no balanço energético global da superfície do modelo (*SEB: surface energy balance*). Para a análise do efeito observado na temperatura do ar em “cânions molhados” comparativamente a condições “secas”, tomou-se uma fileira no modelo com e sem painéis evaporativos, variando-se também a altura do arranjo urbano para monitoramento contínuo da temperatura do ar a uma altura de 10 cm do solo. Os resultados mostraram uma redução expressiva da temperatura do ar no cânion, na presença de painéis evaporativos nas fileiras, que, em condições reais, podem representar áreas gramadas permanentemente irrigadas.

- ❖ Vecchia e Barbosa (2007, p.1-10) ao analisarem na cidade de Maceió (Al) a influência da vegetação em comportamentos térmicos do meio urbano, constataram que as áreas verdes condicionam “a criação de ambientes termicamente favoráveis à saúde, habitabilidade e uso dos espaços urbanos – variáveis da qualidade ambiental –, expressos por meio dos resultados de temperatura e umidade do ar”. Também, tal qual neste presente trabalho, empregando uma das metodologias aqui adotada, descrita como usada por Shashua-Bar & Hoffman (2000), citado pelos autores, que ainda ressaltam:

A análise do comportamento térmico dos espaços com vegetação foi obtida por meio de dados coletados e sua correlação com um ponto de referência, sem presença de vegetação e de estrutura urbana similar, determinado a uma proximidade de 50 a 100 metros do recinto em análise. Assim, foram definidas unidades amostrais urbanas ao longo de transecto, as quais não superassem distância superior a 200 metros e que apresentassem morfologia e estrutura urbanas distintas entre si.

Os autores do trabalho ora exposto ainda destacam que as áreas verdes atuaram como elemento atenuador do rigor térmico nos ambientes; e, quanto à análise do comportamento higrométrico, devido aos efeitos das áreas verdes na evapotranspiração e umidificação, observaram que os ambientes amostrais com vegetação não apresentaram diferença considerável quanto aos valores de umidade absoluta do ar. Também são concludentes em afirmar que “as **áreas verdes** devem ser consideradas, também, sob a proeminência do **uso consciente da vegetação na busca de melhor qualidade térmica urbana.**” (grifo do autor referindo-se à semelhança com objetivos deste trabalho). Devido às influências benéficas da vegetação adequada no espaço edificado, já se desenvolveram estudos para seu uso na própria tecnologia construtiva, como é o caso de Coberturas Verdes, tal qual analisada no artigo de Andrade e Roriz (2007). Em relação ao ambiente externo às edificações com coberturas vegetadas, os autores complementam que:

Nas temperaturas superficiais externas, a vegetação apresenta temperaturas bem menores que a laje tradicional, caso observado nas três medições e, justificado pela capacidade da vegetação de reduzir o ganho de calor por irradiação solar de ondas curtas, uma consequência do efeito de resfriamento evaporativo.

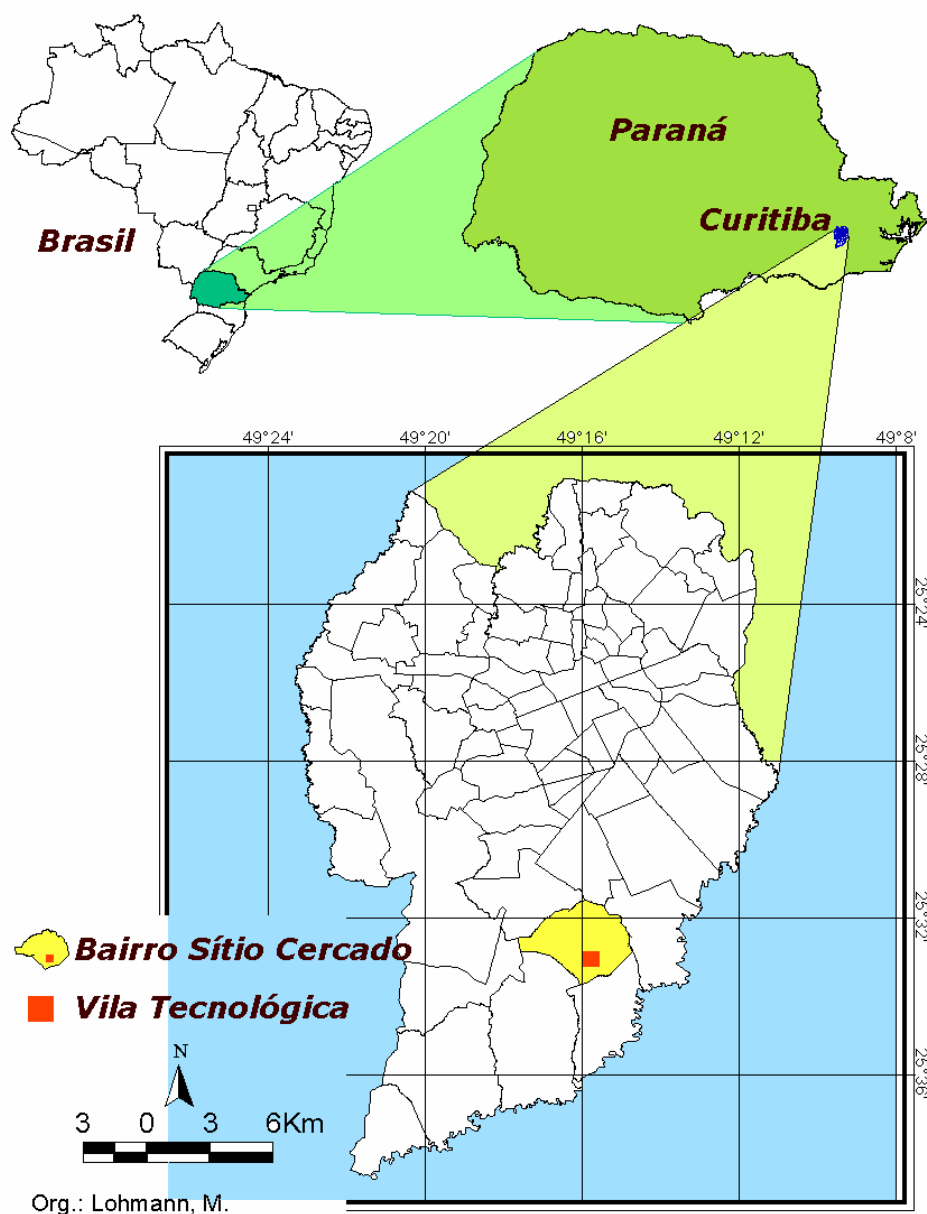
Os autores, citando que “com a incidência do sol, a evapotranspiração do vegetal retira calor da cobertura, resfriando a superfície do teto”, assim justificam porquê, na situação de calor, as temperaturas internas têm uma contribuição favorável significativa da cobertura verde.

(em branco)

3 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO

3.1 VILA TECNOLÓGICA DE CURITIBA – ASPECTOS GERAIS E GEOGRÁFICOS

Os aspectos a seguir descritos referenciam, para melhor entendimento do experimento no contexto, as características do local onde foi desenvolvido: a Vila Tecnológica da cidade de Curitiba (Latitude 25°31' Sul, Longitude 49°11' Oeste), capital do estado do Paraná, o mais setentrional da Região Sul do Brasil.



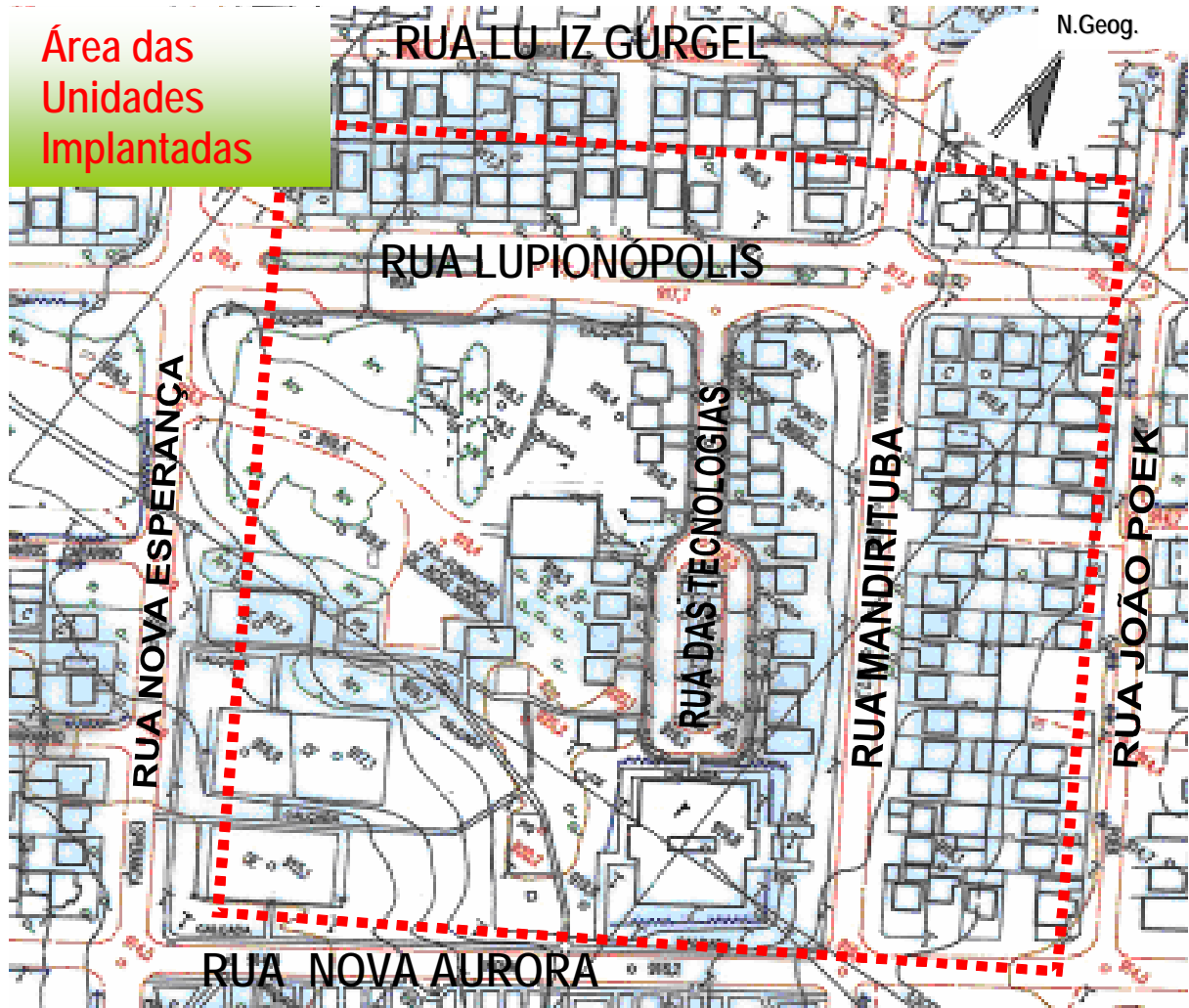
MAPA 01 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA VILA TECNOLÓGICA.
FONTE: Lohmann, M. (2005)

A Vila Tecnológica de Curitiba localiza-se no Bairro Sítio Cercado, com cota de altitude de 920 metros acima do nível do mar. Conforme indicado no mapa 01, posiciona-se na região sul de Curitiba, Paraná, e compõe juntamente com os bairros circunvizinhos um Setor Administrativo Regional de Curitiba denominado Bairro Novo. Foi região de urbanização rápida, sendo que ali podem ser observadas várias iniciativas de provimento de habitações de interesse social e, assim como nos arredores, habitações predominantemente horizontais e de população de baixa renda. Como os bairros dos arredores, o Bairro Sítio Cercado apresenta grande densidade demográfica. Segundo Danni-Oliveira (1999), no ano de 1996 constituía-se no sexto mais populoso, com cerca de 80 hab/ha. De fato, historicamente segundo Pereira (2001, p. 12), “a análise dos dados referentes ao crescimento populacional nas últimas décadas indica que no período 1970/80 os bairros que mais cresceram foram Alto Boqueirão e Sítio Cercado, na região sudeste da cidade”; que no período de 1980 a 1991 “há um forte crescimento da região sul da cidade, especialmente nos bairros que na década anterior eram caracterizados como rurais” – note-se que o bairro permaneceu com um nome de propriedade rural ‘cercada’. A região que engloba a administração denominada Bairro Novo, como diz o nome, tem ocupação recente, de pouco mais de uma década. Dá continuidade a outros bairros também ocupados há menos de um quarto de século: Pinheirinho, Xaxim e Alto Boqueirão, sendo que em todos verifica-se pouca arborização nas ruas. Como complementa a autora Danni-Oliveira (1999), no período de 1991 a 1996 tal direção de crescimento é mantida indicando nesta direção grande tendência de ocupação.

Ali, a Vila Tecnológica foi implementada em 1994 ocupando uma área de aproximadamente 50 mil metros quadrados, de acordo com Dumke (2002), edificada sob a coordenação da Companhia de Habitação Popular de Curitiba (COHAB-CT), em convênio com o PROTECH (Programa de difusão de Tecnologia para Construção de Habitações de baixo custo, já desativado), sendo esta a primeira Vila Tecnológica do país. O nome, diferentemente da maioria dos agrupamentos de interesse social que geralmente são batizados como Jardim ou Conjunto seguido de outra identificação, como por exemplo: Jardim Iracema, Jardim Paris, Jardim Ouro Fino, Conjunto Novo Mundo e outros, deriva supostamente do veio tecnológico do órgão gerador (PROTECH) com o uso de um coletivo, “vila”, para designar pequena quantidade de moradias com acesso comum, também conceituada como “conjunto de pequenas habitações independentes, em geral idênticas, e dispostas de modo que formem rua ou praça interior, por via de regra sem caráter de logradouro público”⁵.

5. FERREIRA, A.B.H. Dicionário Aurélio Básico. SP, Ed. Nova Fronteira, 1988, pg. 673, item 3.

Como se pode observar no Mapa 02, a organização das quadras é de forma ortogonal, com o eixo vertical do arruamento inclinado 36° em relação do norte geográfico; as casas dispostas de maneira geral alinhadas e com recuos frontais e laterais nos lotes.



MAPA 02 – IMPLANTAÇÃO DA VILA TECNOLÓGICA DE CURITIBA.

FONTE: IPPUC, Plantas Georreferenciadas de Curitiba, 2004. Adaptado pelo autor, sem escala.

Segundo Dumke (2002), dentre diversas empresas de construção civil de todo o Brasil, foram escolhidas 22 para construir casas constituídas de diferentes materiais e sistemas construtivos, possibilitando promover, difundir e divulgar seu produto e demonstrar na prática e no mesmo local, a viabilidade de propostas de melhoria das habitações populares: economia, qualidade e tecnologia apropriada, integradas no contexto geral da urbanização. Nas visitas ao local, verificou-se que a Vila se consolidou com ocupação dos lotes que ficaram desocupados, com auto-construção de casas convencionais de alvenaria de tijolos cerâmicos

furados ou madeira; é composta por uma quadra central com equipamentos comunitários e ruas adjacentes totalizando as 120 casas populares de 20 sistemas construtivos efetivados.



FOTO 01 – VISTA DA RUA DAS TECNOLOGIAS, NA QUADRA CENTRAL

Fonte: COHAB

Basicamente, foram combinados diferentes tipos de materiais de vedação e cobertura, constituindo-se assim em um laboratório experimental visando buscar respostas para melhor eficiência do meio edificado, aumento de qualidade e redução de custos.

As áreas de cada unidade pouco variam, possuindo de 36 a 51 m², dimensões características de habitações de programas populares, adequadas ao perfil dos moradores da população local, pois, conforme constatação de Pereira (op.cit., p. 14) “A região sul/oeste caracteriza-se pela menor renda, pior condição social, menores valores imobiliários e significativamente, maiores taxas de crescimento populacional e maior número de ocupações irregulares.”

Ou seja, se configurando como a maior tendência predominante de expansão urbana, careceria de uma especial atenção no planejamento e implemento de novos espaços habitacionais.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS ADOTADAS PARA O CASO DE ESTUDO

A proposta em relação aos sistemas construtivos foi prover a Vila com unidades visando a avaliação e difusão, com orientação e construção eficaz de moradias de baixo custo (DUMKE, 2002).

No exemplo da Vila Tecnológica, as paredes de fechamento são constituídas de diferentes materiais, e os outros elementos de vedação e sistemas de condicionamento não diferem significativamente, pela própria oferta de mercado (vidros, instalações etc.). Como no experimento estes outros elementos são semelhantes entre as unidades comparadas, os exemplos a seguir descrevem as vedações opacas.

Entre alguns dos materiais ali empregados, temos o exemplo de paredes em:

- ❖ painéis pré-fabricados em concreto armado, tipo sanduíche, com camada interna de lajotas cerâmicas;
- ❖ painéis monolíticos de poliestireno expandido entre telas de aço, revestidos com argamassa estrutural;
- ❖ painéis com estrutura interna de madeira tratada, contra-placada em ambas as faces com chapa lisa de fibro-cimento;
- ❖ tijolos de solo cimento prensado, vazados e inter-travados; em blocos de concreto estrutural auto-travados e vazados.

e exemplo de coberturas combinando telhas cerâmicas ou de fibrocimento e forros em:

- ❖ madeira mineralizada, gessada e pintada;
- ❖ aglomerado com revestimento acrílico;
- ❖ gesso acartonado;
- ❖ painel de concreto em laje pré-fabricada sem reboco.

Nos pares de casas escolhidos para comparação entre si, a combinação destes materiais é a mesma.



FOTO 02 – VISTA DE CASAS COM DIFERENTES TIPOLOGIAS DA VILA TECNOLÓGICA.
FONTE: Autoria própria (2007)

Nas casas da foto 02, que compõem exemplos a serem analisados, percebem-se alguns aspectos de diferenciação das unidades escolhidas, evidenciando as diversas estéticas da fachada e do conjunto, sendo que descrições mais detalhadas, como a indicação do material de cada uma das casas, observam-se no item 4.3.1.3 (unidades residenciais).

3.3 ASPECTOS DA VEGETAÇÃO ANALISADA NA VILA TECNOLÓGICA

Na região do experimento, a vegetação existente foi caracterizada para o estudo, sendo a arborização e o solo gramado exemplos de paisagismo e cobertura do solo local.

É um fator de destaque pela vegetação relevante o trecho de grande massa arbórea existente na Rua Lupionópolis, com 160 metros de extensão indicados na Foto 3 pelo traço pontilhado, entre as ruas Nova Esperança e Mandirituba, sombreado por 49 exemplares de *Pinus elliottii*, espécie que no local apresenta copas de 2,5 m até 19 m de altura e confere ao espaço a característica de ampla alameda arborizada.



FOTO 03 – VISTA AÉREA DA VILA TECNOLÓGICA COM INDICAÇÃO DA RUA ARBORIZADA
Fonte: VIANA (2000) apud DUMKE (2002)

O trecho da rua aqui citado possui 20 metros de largura com canteiro central de dois metros onde estão plantadas as árvores, sendo que os passeios públicos (calçadas laterais) possuem 2,5 metros de largura.



FOTO 04 – DETALHE DA ARBORIZAÇÃO DA RUA LUPIONÓPOLIS.
FONTE: Autoria própria (2007)

Os caules distam em média de 2 a 3 metros uns dos outros, sendo a maioria das copas encostadas e densas, até o dossel superior, excetuando-se uma passagem quase central de cerca de 7 metros de afastamento. Tais árvores proporcionam farta e compacta sombra, além de configurar barreira para os ventos que vêm da direção sudeste.

De fato, esta espécie pertencente à família das Pináceas tem seu uso recomendado para cerca viva e quebra-ventos; entre outras características, atinge até 30 metros, tolera geadas, possui galhos escuros e folhas aculiformes sempre verdes (não são “caducas”, ou seja, não caem durante uma estação).

Esta espécie de pinheiro, assim chamada por ser uma conífera, foi ali empregada para arborizar o canteiro central. Pelo fato de ser nativa da América do Norte, é no Brasil portanto uma espécie exótica, mas, mesmo não sendo uma árvore nativa paranaense, nem sequer brasileira, apresenta no local uma massa arbórea portentosa suficiente para atender às expectativas do experimento.

As árvores de outras ruas da Vila, nos raros casos quando existentes, apresentavam pequeno porte na ocasião da época da medição, com um a um metro e meio de altura, porte não significativo assim como as pequenas massas vegetais dos jardins nos recuos das casas. Esta jardinagem adotada pelos moradores é composta por espécies populares de floríferas tais como rosas, margaridas e pequenas folhagens, como pode se observar na foto 5, sendo alguns trechos defronte casas ausentes de quaisquer vegetações (foto 06).



FOTO 05 – ASPECTO DE JARDIM RESIDENCIAL
FONTE: Aatoria própria (2004)



FOTO 06 – VISTA DE RUA SEM ARBORIZAÇÃO JUNTO ÀS CASAS AVALIADAS
FONTE: Aatoria própria (2004)

Acerca dos revestimentos do solo, as casas têm o recuo frontal cimentado ou com piso cerâmico, e a maior parte delas com solo nu ou forração de gramado comum, geralmente da espécie *Paspalum notatum*, com algumas falhas e solo aparente.

3.4 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO LOCAL DO EXPERIMENTO

Essencial à caracterização do objeto do experimento é a descrição das condições climáticas da região do experimento. De acordo com a classificação sumária de Koeppen, o clima da cidade de Curitiba é Mesotérmico, Subtropical úmido (Cfa) com verões frescos, sem estação seca e com ocorrência de geadas severas freqüentes.

As precipitações são da ordem de 1600 mm anuais. É um clima característico dos planaltos subtropicais com araucárias. Segundo Mascaró (1996), este possui características de região subtropical úmida, onde a temperatura média anual é de 19,5°C e as temperaturas extremas oscilam entre 40,7°C e -2,4°C, assim apresentando grande variação climática ao longo do ano. De acordo com o Zoneamento Bioclimático Brasileiro (ABNT, 2004), das oito Zonas Bioclimáticas do país, Curitiba se situa na ZB-1, a mais fria e que ocupa apenas 0,8% da área de nosso território.

A diversidade de registros sazonais nas Estações Climáticas, gerada pelo variado ritmo de sucessões de massas de ar que interferem no clima de Curitiba, ocasionam condições sinóticas que influenciam nos experimentos de medições atmosféricas, como é o caso do presente trabalho. Para melhor entendimento dos eventos atmosféricos na região, além de esclarecer as características dinâmicas do clima atuante, descrevem-se a seguir os principais sistemas regionais de circulação das massas de ar e dos mecanismos de desenvolvimento frontal, com base em Monteiro (1963-a, p.123):

- ❖ A Massa Polar Atlântica (MPa) é originária no Atlântico Sul, na latitude da Patagônia, resultante do acúmulo do ar polar que ali se dirige em turbilhões, inicialmente com ar seco, frio e estável, que ao se desenvolver no continente, até o Equador, absorve calor e umidade do ar;
- ❖ A Massa Tropical Atlântica (MTa) origina-se do anticiclone semifixo do Atlântico Sul, com propriedades de massa quente, úmida e com tendência à estabilidade; tem grande poder de penetração para o interior do continente, com atividade o ano todo;
- ❖ A Massa Equatorial Continental (Mec) tem sua fonte nos alísios, na amazônia, que ali tende a manter-se quente o ano todo, e no verão austral pode ser atraída pelos sistemas depressionários e influir nesta estação na região sul.

- ❖ A Frente Polar Atlântica (FPA), uma faixa planetária de descontinuidade gerada pelo choque entre os sistemas intertropicais e polares, com eixo medianamente na Bacia do Prata, tem grande mobilidade e interfere na circulação intertropical.

Titarelli (1972, p.2) descreve características de temperatura no Outono da região Sul, onde indica a existência, no período do experimento, de amostras de dias mais quentes e dos dias frios que antecedem ao inverno.

Período caracteristicamente transicional como a primavera (...) nesta estação as massas intertropicais são ainda bastante ativas para fazer recuar as frentes polares, que tentam penetrar mais vigorosamente; os “veranicos” de maio, períodos relativamente quentes que afetam o sul do país na segunda metade do outono, expressam esta situação.

Curitiba é uma das cidades que dispõe de “uma base de dados precisa, que (...) resultaram em um ano climático de referência para cada cidade, que se mostra muito mais representativo do seu comportamento climático”, trata-se do TRY - Test Reference Year (GOULART, 1993 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997, p.29), ou seja, ‘ano climático de referência’, que é o ano típico representativo de uma localidade considerando um período mínimo de 10 anos de dados climáticos consecutivos (8.760 horas analisadas).

Apresenta-se aqui apenas para exemplificar uma análise climática da cidade, onde atribui-se para Curitiba a temperatura média anual de 16,66°C, sendo a máxima absoluta anual de 33,3°C e a mínima de -5,3°C. Lamberts, Dutra e Pereira (1997) ainda apresentam avaliação de acordo com um diagrama bioclimático de Curitiba (Gráfico 01) que mostra os pontos plotados referente dados de temperatura e umidade em nove zonas de atuação, e destacam as quatro principais estratégias bioclimáticas indicadas para a adequação da arquitetura ao clima satisfazendo as exigências de conforto térmico ao ser humano: massa para aquecimento e aquecimento solar (42,4%); aquecimento solar (18,8%); aquecimento artificial (11,7%) e ventilação (5,1%).

De acordo com dados da tabela obtida pelo carta representada no gráfico 01 a seguir, Lamberts et al. (op. cit., p.120-121), avaliam que Curitiba tem 20,9% de horas de conforto e 79% de horas de desconforto (destas, 73,1% por causa do frio), onde um projeto arquitetônico deve usar as quatro estratégias sugeridas, observando-se “isolar adequadamente o envelope construtivo”.

ZONAS / Estratégias indicadas

1. conforto
2. ventilação
3. resfriamento evaporativo
4. massa térmica p/resfriamento
5. ar condicionado
6. umidificação
7. massa térmica p/aquecimento
8. aquecimento solar passivo
9. aquecimento artificial
- ∴ ∴ ∴ pontos plotados

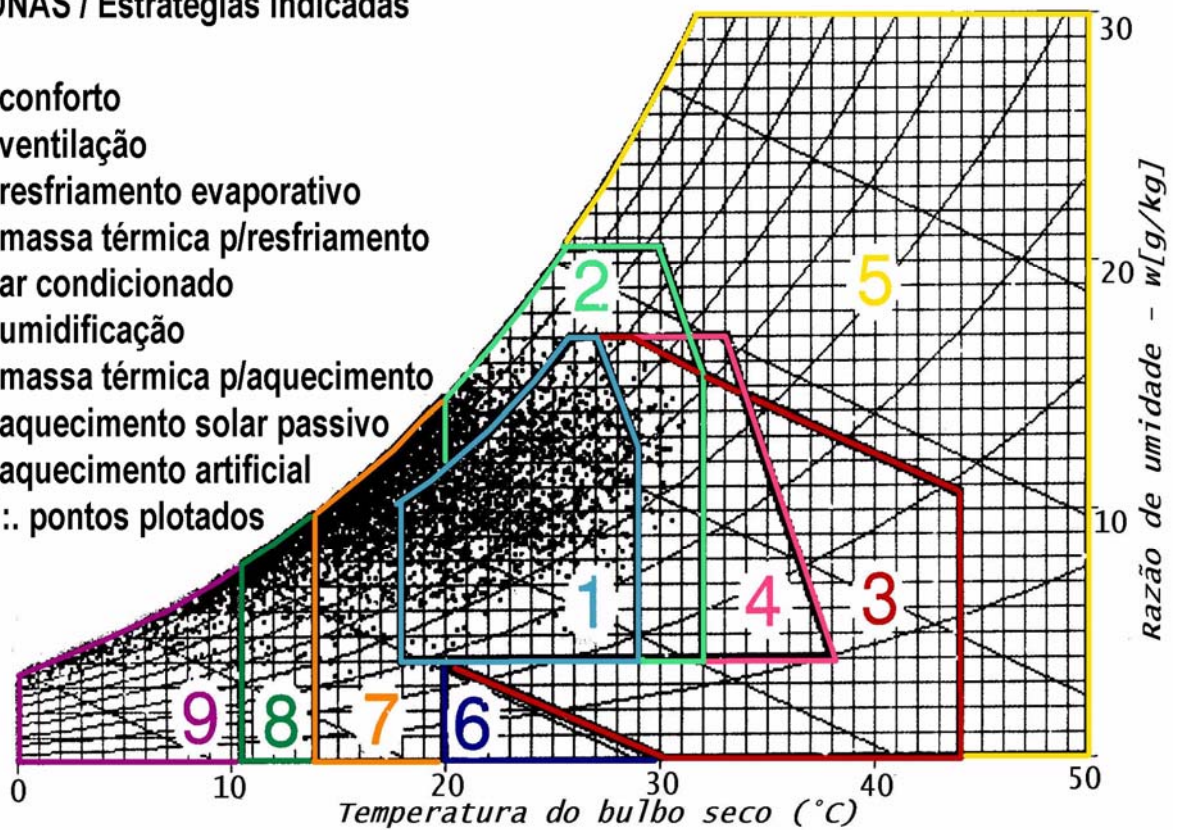


GRAFICO 01 - CARTA BIOCLIMÁTICA PARA CURITIBA E ESTRATÉGIAS.
FONTE: Lamberts et al.(1997, p. 120) Adaptado pelo autor.

Outros importantes dados climatológicos, mais difundidos e baseados em médias mensais, são as Normais Climatológicas, publicadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (BRASIL, 1992), que também fornecem uma indicação visual do comportamento climático da cidade.

(em branco)

4 METODOLOGIA

Para a execução do trabalho proposto, procurou-se em um primeiro momento, pelo uso da pesquisa bibliográfica, entender o comportamento do clima urbano, analisando-se em conjunto estudos acerca da influência da vegetação no conforto térmico. Para a etapa de monitoramentos do comportamento térmico das variáveis adotadas, no local do caso de estudo, foi realizada uma pesquisa qualitativa, aplicada, de natureza exploratória. Para tais monitoramentos, foram escolhidos procedimentos e parâmetros adequados para cada fim, considerando-se que havia necessidade de compilação de dados de instituições meteorológicas, medições referenciais e locais, inclusive móveis (transecto). Neste caso, de acordo com Campos Neto (2007, p.50), “um dos grandes benefícios de se utilizar o método do transecto móvel no estudo microclimático é a relação das diferentes conformações urbanas e seus microclimas nos diferentes períodos do dia.” Por fim, adotou-se uma análise microclimática e comparativa dos dados e observações pertinentes, possibilitando cruzar os dados, comparando medições, características, horários e condições de influências.

Para análise do conforto térmico, foi adotado procedimento para avaliação com parâmetros baseados nas amplitudes da variação das temperaturas internas em relação às externas e observação do comportamento térmico em tabelas comparativas e evolução de curvas dos respectivos gráficos. Estes recursos para discussão abordam comparações diretas quantitativas e qualitativas, geralmente de planilhas e gráficos gerados pelo *software* Excell da Microsoft, e observações correlatas do referencial teórico e de outros experimentos em temas análogos.

O método para análise do conforto térmico baseia-se na amplitude da variação das temperaturas que o usuário terá de assimilar nos espaços internos, quando da variação do ambiente externo, apresentando-se assim uma avaliação fundamentada no fator decremental (μ) (CRUZ et al., 2007): o quociente da Variação da Amplitude Interior em relação à Amplitude da Temperatura Exterior, onde descreve-se a resposta térmica do interior da habitação frente às condições exteriores.

Os resultados foram acompanhados de pesquisa bibliográfica para fundamentá-los teoricamente em relação aos objetivos, à luz da comparação com princípios de Clima Urbano, enfocando mais especificamente o Sistema Termodinâmico desenvolvido por Monteiro (1976).

4.1 INSTRUMENTAÇÃO: EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

Como preconiza a estratégia de se abordar a escala pesquisada com equipamentos a ela adequados, em quaisquer experimentos, buscou-se instrumentos que se adequassem às escalas microclimática e topoclimática, dentro daqueles disponíveis nos laboratórios das instituições diretamente ligadas e colaboradoras: do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia (PPGTE) da UTFPR e do Laboclima do curso de Geografia da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Resumidamente, os instrumentos usados foram: termômetros (medidores de temperatura manuais instantâneos com escala para leitura visual e registradores automáticos); psicrômetro de funda (para cálculo da umidade relativa do ar - conjunto giratório manual de termômetros com bulbo úmido e seco); anemômetros (para intensidade e direção do vento); e luxímetro (para estimativa da refletância de superfícies).

4.1.1 Estação meteorológica Local

Para a coleta de dados externos comparativos e referenciais, foi usada uma Estação Referencial modelo Weather Monitor II, marca Davis (E.U.A.), cedida pelo Laboratório de Clima (Laboclima/Geografia) da UFPR. É dotada dos seguintes instrumentos:

- ❖ monitor digital tela de cristal líquido, onde registram-se dados de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade e direção do vento, transmitidos dos sensores para transcrição manual em ficha específica de coleta. O sensor registra também outros dados, não utilizados diretamente na pesquisa mas úteis para consultas nas análises, tais como Temperatura Interna, Temperatura Resfriada pelo Vento, Pressão Atmosférica, Umidade Interna e Ponto de Orvalho.



FOTO 07 – MONITOR DENTRO DA ESTAÇÃO DE CONTROLE
FONTE: Autoria própria (2004)

- ❖ sensor externo para captar a **temperatura** (°C) e **umidade do ar** (g/m³). Para sua proteção e diminuição da influência da radiação solar direta, foi pendurado e centralizado por meio de fios dentro de uma caixa de 25x25x20cm, de chapa de compensado de madeira furada para ventilação permanente, e com a parte inferior aberta. Foi revestida externamente com manta isolante de fibra de lã de vidro prensada com papel prateado, recondicionando-se os furos. Este sensor foi fixado a 2,20 metros de altura do solo para compatibilizar com a medição de tais variáveis pelo transecto móvel, captadas na mesma altura, acima da cabeça do autor: não se adotou, portanto, o padrão das estações climatológicas (1,50m), sabendo-se que o SIMEPAR⁶, de onde se obteve as variáveis de temperatura e umidade do ar para as comparações, não monitorou em altura semelhante; porém, a finalidade foi apenas comparar o desenvolvimento das curvas nos gráficos da dinâmica de temperatura, e não seus valores absolutos (sequer haveria compatibilidade, visto que o microclima, objeto do estudo, seria menos influenciado pela diferença na altura de 70 centímetros do que pelos quilômetros que separam o local do SIMEPAR).



FOTO 08- SENSOR INSTALADO DENTRO DE CAIXA PROTETORA
FONTE: Aatoria própria (2004)

6 O Instituto Tecnológico SIMEPAR é entidade empreendedora das atividades do Sistema Meteorológico do Paraná, vinculado a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Estado, localizado no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, no bairro Jardim das Américas e distante cerca de 11,1 km na direção 10° a leste do Norte do local do caso de estudo.

- ❖ um anemômetro, a 7 metros de altura, composto de hélice, sensor e biruta, captando a **velocidade e direção do vento** (m/s); ressalta-se que a altura não é o padrão das estações climatológicas devido ao fato do cabo do instrumento não alcançar o local onde o monitor foi instalado, além da dificuldade do autor na escalada da torre metálica, sem a adequada segurança para a fixação.



FOTOS 09 – ANEMÔMETRO INSTALADO NA TORRE
FONTE: Autoria própria (2004)

4.1.2 Interior das residências

Para monitoração contínua de **temperatura** ($^{\circ}\text{C}$) e **umidade do ar** (g/m^3), também foram usados sensores armazenadores automáticos de marca **HOBO H8 RH/Temp** (E.U.A.), sendo que a conversão para umidade absoluta (%) consta no APÊNDICE C. Na foto 10, dois modelos de aparelhos usados. Para facilitar a instalação e proteger contra fontes diretas de calor, foi amarrado tirante de *nylon* para que pudessem ser pendurados e embrulhados em papel aluminizado.



FOTO 10 – MODELOS DE APARELHO HOBO
FONTE: Autoria própria (2004)

4.1.3 Transecto móvel

Para proceder medições de **temperatura** ($^{\circ}\text{C}$) juntamente com a **umidade do ar** (g/m^3); a **velocidade** do vento (m/s); a **direção cardinal do vento**, dinamicamente em vários pontos durante um trajeto determinado e anotação dos dados, foram utilizados, respectivamente:

- ❖ **Psicrômetro de funda**, composto por um par de termômetros de coluna de mercúrio, sendo um com bulbo seco (TBS) e outro com bulbo envolto por gaze umedecida (TBU). Acondicionados em suporte de madeira, têm orifício na parte sensora, onde se potencializa a passagem de ar ao se girar manualmente preso entre os dedos com um cordão de pano;
- ❖ **Anemômetro portátil**, analógico, com orifício para passagem interna do vento, com mostrador de ponteiro giratório crescente no sentido horário;
- ❖ **Biruta** artesanal composta por bastão e finas fitas de cetim para orientação da direção do vento; e
- ❖ **Prancheta** com ficha de campos pré-elaborada.



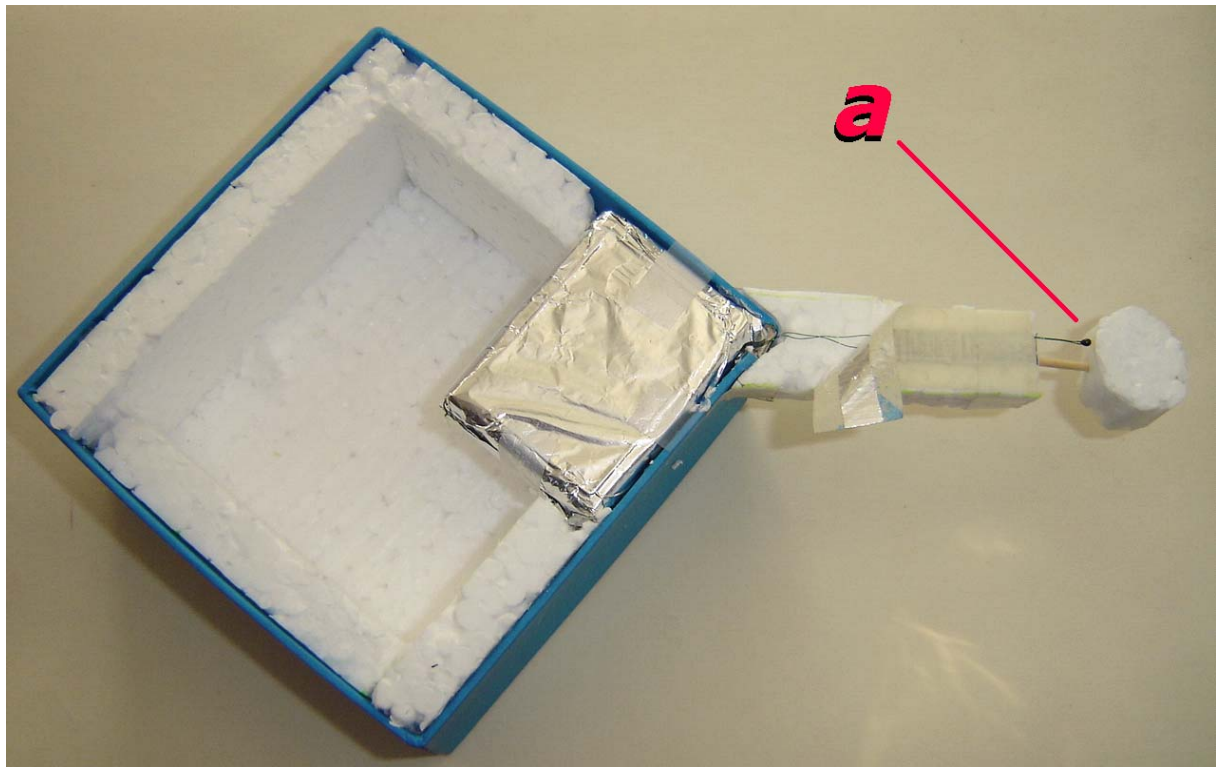
FOTO 11 – EQUIPAMENTOS PARA TRANSECTO: NO DETALHE 1, PSICRÔMETRO DE FUNDA.
FONTE: Autoria própria (2004)

4.1.4 Superfície do solo

Para medição simultânea da **temperatura superficial do solo** (°C), estrategicamente em diferentes locais, foram usados aparelhos registradores automáticos do mesmo modelo anterior (HOBO H8).

Os instrumentos foram montados com seus sensores para fora do corpo usando os cabos originais como extensão. Os sensores (parte superior) e cabos foram devidamente protegidos da luz solar e da atmosfera com hastes de isopor (para não alterar o funcionamento da posição usualmente empregada), ficando os sensores livres na parte inferior para contato direto com o solo.

O corpo dos aparelhos foi embrulhado em papel aluminizado e acomodado dentro de caixas de proteção em papelão revestidas com isopor.

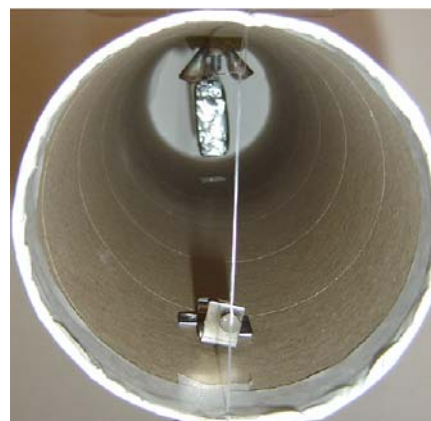


**FOTO 12 – TERMÔMETRO COM PROTEÇÃO PARA MEDIR TEMPERATURA DO SOLO;
a) SENSOR.**

FONTE: Autoria própria (2007)

4.1.5 Temperatura ambiente na medição superficial do solo

Para registro da **temperatura ambiente** ($^{\circ}\text{C}$), foi usado um tripé de 1,50 metro de altura, onde foi instalado um sensor armazenador automático de temperatura modelo HOBO H8 RH/Temp (E.U.A.), com interface para descarregar através de cabo próprio os dados em programa de planilha eletrônica. Foi protegido por um tubo de papelão na cor branca, de 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento. O aparelho foi envolto em um papel aluminizado e pendurado com um fio de *nylon* dentro do tubo no centro geométrico, sem contato com as paredes.



FOTOS 13 E 14 – TERMÔMETRO PROTEGIDO DENTRO DE TUBO.
FONTE: Autoria própria (2007)



FOTO 15 – TRIPÉ COM TERMÔMETRO AUTOMÁTICO PARA TEMPERATURA AMBIENTE.
FONTE: Autoria própria (2007)

4.1.6 Bússola Magnética

Foi adotada para instalar no posicionamento em relação ao norte geográfico os elementos fixos de medição, na escolha de locais em relação ao sombreamento e na verificação da direção e sentido do vento juntamente com o anemômetro. Para tanto, foi feito no local a devida correção da declinação magnética para determinação do norte verdadeiro.



FOTO 16 – BÚSSOLA.
FONTE: Autoria própria (2007)

4.1.7 Câmera fotográfica digital

Usada para registrar imagens para escolha de locais, para posteriores medições de refletância de materiais, verificação de áreas sombreadas, e para fins comparativos e ilustrativos-elucidativos.

4.1.8 Luxímetro

Usado para estimar a refletância dos diferentes tipos de solo avaliados, a partir das características tais como coloração e tons registrados em fotografias no local. O aparelho usado foi um Modelo LDR-380 Digital da marca Instrutherm.



FOTO 17 – LUXÍMETRO.
FONTE: Autoria própria (2007)

4.2 AFERIÇÃO DE INSTRUMENTOS

Os diversos instrumentos que compuseram os equipamentos em cada sistema de medição passaram por aferições, algumas simultâneas. A finalidade foi a correção de possíveis diferenças entre aparelhos, evitando-se diminuir os coeficientes de precisão, apesar de ter sido atribuída maior importância aos valores relativos do que os valores absolutos obtidos: na pesquisa submeteu-se os índices diferenciais para as comparações. Exemplos de tabelas de aferição podem ser conferidas no APÊNDICE B, e os procedimentos são descritos a seguir.

Os registradores automáticos Hobo foram aferidos entre si, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, antes de serem levados para instalar nas residências, procedimento registrado na foto 18.



FOTO 18 – AFERIÇÃO ENTRE OS APARELHOS HOBO
FONTE: Aatoria própria (2007)

Em seguida, outra medição para aferição foi procedida no local do experimento, juntamente com os aparelhos da Estação de Controle ali montados, antes de instalar os aparelhos medidores Hobo nas residências, como mostram as fotos 19 e 20.

As diferenças ($0,17^{\circ}\text{C}$ entre os Hobos e a estação; $0,57^{\circ}\text{C}$ entre a estação e o termômetro de bulbo seco, e $0,40^{\circ}\text{C}$ entre este e os Hobos), foram ajustadas a posteriori nas tabelas do *software* Excel, conforme Apêndice B.

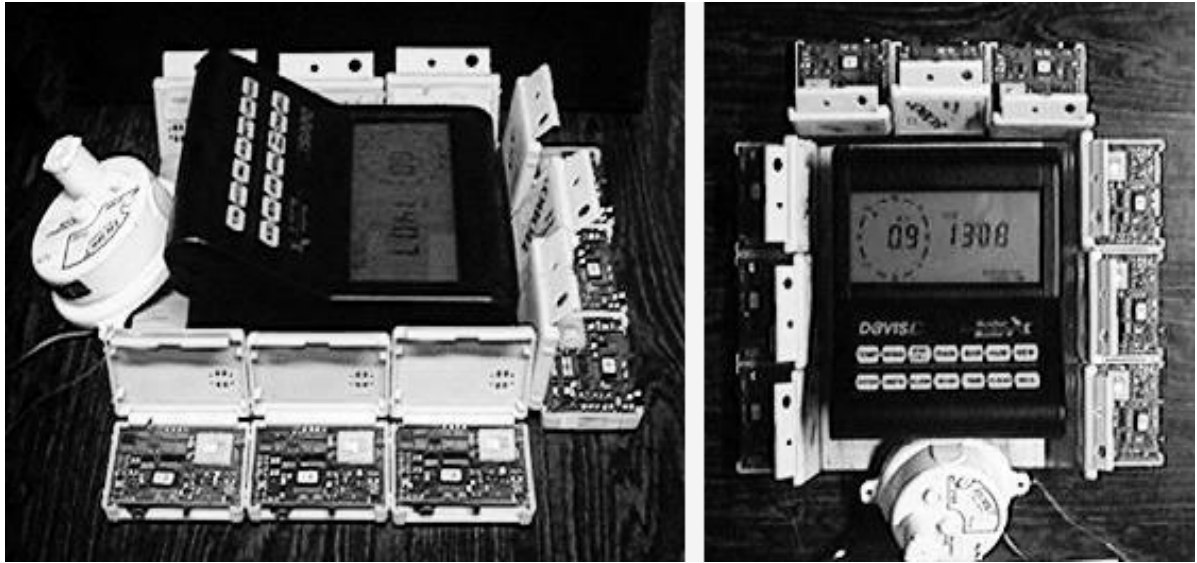


FOTO 19 E 20 –AFERIÇÃO DOS APARELHOS HOBO COM OS INSTRUMENTOS DA ESTAÇÃO
FONTE: Autoria própria (2004)

Todos os termômetros foram colocados no interior de uma caixa de isopor, sendo que os de leitura visual ficaram com os monitores visíveis pelo lado externo; os automáticos foram programados para medição a cada 2 minutos. Foram cuidadosamente posicionados no centro da caixa sem contato com outras superfícies, e a tampa lacrada, como mostra a foto 21.



FOTO 21 – AFERIÇÃO DE APARELHOS E INSTRUMENTOS EM CONJUNTO
FONTE: Autoria própria (2004)

Durante uma hora e 20 minutos ficaram em repouso para estabilização da temperatura. Em seguida, no espaço de tempo de 2 minutos simultâneos com que foram programados os registradores, foram anotados os registros verificados nos monitores durante uma hora e 12 minutos seguidos e ininterruptos.

Verificou-se, após as primeiras horas em descanso dentro de caixa termicamente isolada, estarem todos apresentando registros idênticos de medições de temperatura, portanto não foram efetuados ajustes.

Assim procedendo, as diferenças constatadas foram dispostas em planilha eletrônica, e os valores foram transferidos para planilha eletrônica a fim de se proceder a homogeneização dos dados, com a adoção de coeficientes de correção, conforme o caso, para cada aparelho em relação a um valor médio calculado; não houve na maior parte das medições, no entanto, necessidade de aplicar coeficientes de correção, devido à estabilidade e homogeneidade dos dados obtidos, conforme observa-se nas tabelas do APÊNDICE B, após o tempo de repouso a que ficaram submetidos.

4.3 PROCEDIMENTOS

Após determinado o caso de estudo ideal e investigadas suas características e aspectos, aplicou-se a metodologia adotada para o estudo e critérios foram estabelecidos para a captação de dados e observações das variáveis.

Como instrumento primordial para se atingir as metas propostas, buscou-se conseguir critérios metodológicos para a escolha dos melhores pontos e amostras mais relevantes para as coletas, dentro do que o local do experimento oferecia, e as ferramentas mais adequadas à aquisição dos dados. Entre outras condicionantes para escolha do método levou-se em consideração também a necessidade de se trabalhar com dois procedimentos distintos, ou seja, medições internas das residências, e externas, do entorno delas.

Foi escolhida uma estação climática intermediária entre o verão e o inverno, por ser considerada de menor rigor, optando-se pelo outono com referências de seus diferentes tipos de tempo com amostras de dias quentes e frios, como descrito no capítulo 3.4.

Assim, todas as medições se efetivaram entre dias do início de maio e meio de junho; nestes, escolhidos três dias específicos de boas condições (céu completamente sem nuvens e ausência de ventos fortes) e para medições em transecto (extensão ao longo da qual se aplica um método de medição contínua e sucessiva), e um dia de céu claro escolhido em período posterior, exclusivamente para medir temperaturas superficiais do solo.

A aquisição dos dados teve base em cinco formas:

- ❖ medição em uma estação de controle, para referência comparativa (não absoluta), fornecendo variáveis locais de tempo atmosférico durante a pesquisa;
- ❖ monitoramento no interior das residências;
- ❖ medição no entorno dessas residências: ruas e passeios frontais, com diferentes coberturas de solo nos recuos e ruas;
- ❖ medição específica da temperatura superficial dos tipos de solo externos nos locais medidos;
- ❖ compilação de dados fornecidos por Institutos Meteorológicos, para obtenção de variáveis envolvidas no experimento, a fim de comparar-se a dinâmica do tempo durante a monitoração, além de dados da radiação solar.

As características diversas para comparações adviriam da existência de:

- ❖ Trecho de rua densamente arborizado e outros sob insolação direta;
- ❖ Coberturas de solo distintas (pavimentação asfáltica, gramado, concreto e solo nu ocorrendo tanto na rua arborizada quanto nas sem vegetação);
- ❖ Ocorrência de casas de diferentes sistemas construtivos, porém formando pares semelhantes em cada caso (com e sem arborização).

Assim, na coleta dos dados para este trabalho de pesquisa experimental, aplicada e quantitativa, optou-se pelo seguinte procedimento de coleta, abordando, sucintamente:

- ❖ Dados de temperatura, umidade e vento, coletados em estação referencial meteorológica externa, por mais de um mês, em três horários diurnos: manhã (com a mínima influência da radiação solar direta), após o meio do dia (na maior insolação) e fim da tarde;
- ❖ Dados de medições de temperatura e umidade no interior das residências, de quinze em quinze minutos, durante no mesmo período do item anterior;
- ❖ Dados de temperatura, da umidade e do vento coletados em transecto móvel em cinco dias de céu claro, durante uma hora consecutiva, em pontos seqüenciais que percorressem as ruas defronte às casas com diferentes tipos de solo.
- ❖ Dados da temperatura superficial dos quatro diferentes tipos de piso selecionados, durante o período médio de insolação direta incidente no solo.

- ❖ Dados da temperatura ambiente, concomitantemente e ao redor da medição dos solos, buscando-se dados para avaliar fontes de entrada e dispersão de energia térmica no sistema e suas influências nas outras medições.

4.3.1 Escolha e descrição dos locais de monitoramento

Conforme as características necessárias para as medições propostas, escolheu-se pontos para a coleta dos dados das medições propostas. Definindo com pormenores os critérios de seleção para pontos de monitoramento, foram priorizadas as relações que satisfizessem os procedimentos acima adotados:

- ❖ bases comparativas sob condições de vegetação, considerando a existência ou não de arborização;
- ❖ residências em relação aos pares semelhantes nos materiais e características físicas e de implantação (internas);
- ❖ nas externas, incluindo também o diferencial na cobertura do solo.

A seguir, nas fotos 22 e 23, exemplo de casas em ruas com e sem arborização anteriormente citadas e mapa elucidando a localização dos pontos a serem descritos na seqüência.

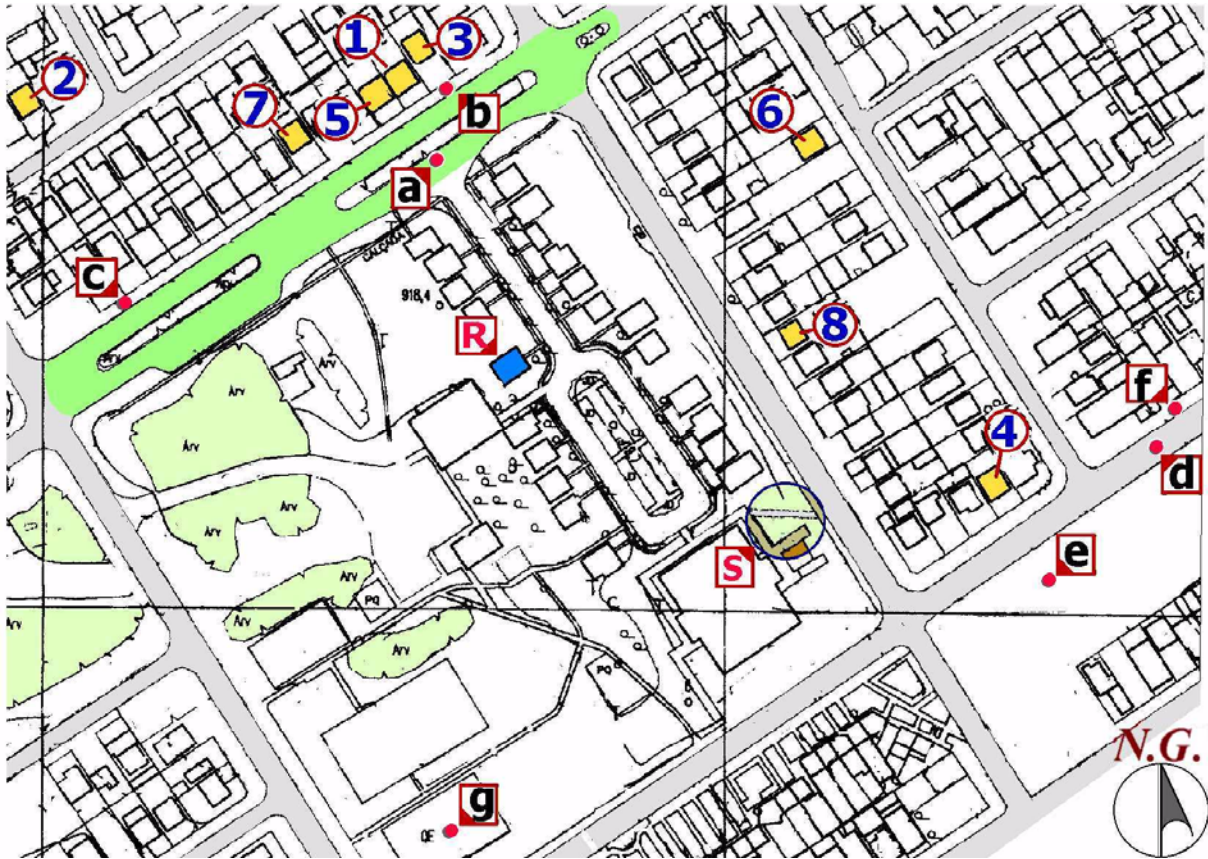


FOTO 22 - VISTA DE CASAS AVALIADAS NA RUA ARBORIZADA – 14:30 HORAS
FONTE: Autoria própria (2007)



FOTO 23 - VISTA DE CASA EM RUAS SEM ARBORIZAÇÃO. – 9:30 HORAS
FONTE: Autoria própria (2007)

No mapa 03, os locais das casas estão indicados por números de **01 a 08**; os pontos de “a” a “g” são os escolhidos para a medição por transecto móvel; também por letras: “R” a estação local, e “S” o local de medição da radiação solar e da temperatura dos diferentes tipos de solo, e, após a Legenda, subitens a partir do 4.3.1.1 com os critérios de escolha.



MAPA 03 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DO EXPERIMENTO – ESC. APROX. = 1:2.000
FONTE: IPPUC, Plantas Georreferenciadas de Curitiba, 2004

LEGENDA

	Rua Arborizada
	Ruas sem arborização
R	Estação Meteorológica Referencial
S	Local da Medição da Temperatura dos solos
Casas 1 e 2	Sistema Construtivo: Tijolos
Casas 3 e 4	Sistema Construtivo: Madeira
Casas 5 e 6	Sistema Construtivo: Bloco Concreto Celular
Casas 7 e 8	Sistema Construtivo: Placa Concreto Dupla
Pontos “a” e “d”	Piso de revestimento asfáltico para Transecto
Pontos “b” e “e”	Piso de gramado para Transecto
Pontos “c”, “f” e “g”	Piso de concreto para Transecto

4.3.1.1 Estação Local

Para a estação de controle descrita no item 4.1.1, foi escolhido local seguro, abrigado e praticamente equidistante dos pontos externos de medição e das casas monitoradas: instalou-se na sede do Posto de Guarda Municipal do Bairro Novo, aberto 24 horas por dia, situada na quadra central da Vila Tecnológica. Na foto 24 observa-se uma torre metálica existente junto à sede na qual foram fixados os sensores de captação dos dados.



FOTO 24 – VISTA DO POSTO POLICIAL ONDE FOI INSTALADA A ESTAÇÃO DE CONTROLE
FONTE: Autoria própria (2004)

4.3.1.2 Pontos para o transecto móvel

Percurso composto de sete pontos fixos seqüenciais, sendo os três primeiros na rua de densa arborização registrada pela foto 25 e os pontos restantes em ruas sob a insolação direta, com vista na foto 26, dos dias previamente escolhidos sem nebulosidade; cada ponto, alternadamente, apresenta-se com cobertura de solo distinta: revestimento asfáltico, gramado e piso de concreto.



FOTO 25 – LOCAL DO PONTO “A”, NA RUA LUPIONÓPOLIS
FONTE: Autoria própria (2004)



FOTO 26 – LOCAL DO PONTO “D”, EIXO RUA NOVA AURORA
FONTE: Autoria própria (2004)

Os demais pontos foram escolhidos considerando também a cobertura do solo, nos passeios públicos (calçadas) das ruas medidas, sendo:

- ❖ Medições junto a pisos gramados, inclusive no recuo interno da casa adjacente com gramado no caso registrado na foto 27, e alguns locais apresentando entorno com solo nu, como se observa na foto 28.



FOTO 27 – LOCAL DO PONTO “B” , EM PASSEIO PÚBLICO DA RUA ARBORIZADA
FONTE: Autoria própria (2004)



FOTO 28 – LOCAL DO PONTO “E”, EM TERRENO VAZIO JUNTO AO PASSEIO PÚBLICO
FONTE: Autoria própria (2004)

- ❖ Medições junto a pisos de concreto, inclusive no recuo interno de casa adjacente com acabamento com cerâmica no caso registrado na foto 29 ou cimentado como se observa na foto 30:



FOTO 29 – LOCAL DO PONTO “C”, EM PASSEIO PÚBLICO DE RUA COM ARBORIZAÇÃO
FONTE: Aatoria própria (2004)



FOTO 30 – LOCAL DO PONTO “F”, EM PASSEIO PÚBLICO DE RUA SOB INSOLAÇÃO DIRETA
FONTE: Aatoria própria (2004)

- ❖ Medição em local específico: no centro geométrico de quadra poli- esportiva de piso em concreto, dimensões de 20 x 32 metros, como se apresenta na foto 31, localizada na rua sob insolação direta, sem arborização.



FOTO 31 – LOCAL DO PONTO G, NO MEIO DE QUADRA EM CONCRETO –
FONTE: Aatoria própria (2004)

4.3.1.3 Unidades Residenciais

Para a análise, restringiu-se as unidades para avaliação devido a alguns fatores: ao número existente disponível de termômetros HOBO; à existência de orientações e implantações antagônicas entre pares de casas, influenciando na comparação e a diversidade de padrões gerada por alterações no projeto original durante os dez anos de existência da Vila Tecnológica de Curitiba.

Priorizou-se então uma unidade na rua arborizada e outra em rua arborizada, os dois sistemas convencionais com tecnologia construtiva de domínio popular, ou seja, tijolos cerâmicos furados e madeira, e mais dois que possibilitassem auto-construção, mesmo sendo considerada uma tecnologia menos comum: placas de concreto pré-moldadas e blocos de concreto celular.

As orientações e implantações entre as casas foram as mais semelhantes encontradas no local, sendo as fachadas frontais de seis residências voltadas para sudeste, uma voltada para sudoeste e outra voltada para nordeste, como indicado no quadro 1. No trecho na Rua Lupionópolis também se considerou o fato de sua arborização se configurar como barreira para os ventos que procedem da direção sudeste para todas casas que ali se encontram.

Caracterizando, então, as unidades avaliadas, obtiveram-se edificações com quatro diferentes Sistemas Construtivos, formando quatro pares comparativos entre si, sempre um em rua com densa arborização e outro com insolação direta, conforme o quadro que se segue:

Tecnologia construtiva: Descrição sucinta da Tipologia de acordo com o material de vedação das paredes:	Ref. Casa em Rua Arborizada / Orientação da Fachada (N. Geo.)	Ref. Casa em Rua Sem Vegetação / Orientação da Fachada (N. Geo.)
Convencional - Alvenaria de Tijolos Cerâmicos com 6 furos estruturada em concreto armado e rebocada. Telhas cerâmicas e forro de madeira. Autoconstrução e empreitadas autônomas.	01 / SE	02 / SE
Madeira - Paredes em tábuas verticais com ripas de mata-junta. Telhas cerâmicas e forro em lambril de madeira. Autoconstrução e empreitadas autônomas.	03 / SE	04 / SE
Bloco de concreto celular* autoclavados, em painéis interligados por perfis metálicos galvanizados, revestidos com argamassa à base de cimento, areia e microsilica. Telhas cerâmicas e forro de madeira arejado. Constr.: ABC Constr./MG	05 / SE	06 / NE
Placas de concreto* pré-moldado duplas com câmara de ar; espessura de 3 + 4 + 3 = 10 cm, retocadas com argamassa. Telhas de fibrocimento com forro arejado, em chapa prensada de concreto; construída pela empresa Andrade Ribeiro/PR.	07 / SE	08 / SW

QUADRO 1 – UNIDADES HABITACIONAIS ESCOLHIDAS PARA O EXPERIMENTO

FONTE: Dumke (2002), adaptado pelo autor

Os demais elementos, tais como esquadrias, pisos, revestimentos, são semelhantes nas comparações entre os pares avaliados, inclusive a distribuição básica dos compartimentos e características como aberturas, cores etc.

No caso dos dois sistemas não convencionais, verificou-se a existência de ventilação sob as telhas, sendo que no caso das casas 5 e 6, de concreto celular “a câmara de ar é ventilada por meio de vão sob as telhas com altura de 15 cm em toda a extensão” (DUMKE, 2002, p.112). Nota do autor: ventilada, no caso, durante a ocorrência de corrente de ar significativa em direção contribuinte ou de convecção.

Ressalta-se, no entanto, que durante o período de medição não foram monitorados ventos significativos, além de que todas as unidades possuem câmara de ar, entre a altura média das telhas e o forro em plano horizontal, com maior efeito devido ali a transmissão do calor se dar por radiação e convecção, através de grande volume, antes de atingir a área ocupada. Havendo tal influência, se daria apenas entre as diferentes tecnologias construtivas, não podendo ser consideradas ao se comparar a presença ou ausência de arborização entre a mesma tipologia.

A partir de relatório de vistoria efetuada nas unidades escolhidas para avaliação, com medições e levantamento das características, de acordo com trabalho específico e completo de Dumke (2002), apresenta-se a seguir descrições básicas dos dois sistemas não-convencionais e em seguida dos sistemas convencionais:

As unidades 5 e 6 foram construídas pela empresa ABC-Construtora Pretacc/MG. O sistema construtivo utilizou-se de blocos de concreto celular, como descrito no quadro 1. As esquadrias são feitas de chapas metálicas dobradas, pintadas na cor azul-escura e de vidros envidraçados e suas fachadas estão voltadas respectivamente para Nordeste e Sudoeste.

O piso é composto de contra-piso de concreto, com revestimento cerâmico. A cobertura é constituída de forro de madeira (Pinheiro) e telhas cerâmicas na cor natural, com distância média de 1,02 metros entre esses elementos. O oitão do telhado foi fechado utilizando telhas de cimento amianto de espessura 3 mm.

A área construída dessas unidades é de 40,10 m² e o pé-direito é de 2,45m. As fotos 32 e 33 apresentam as fachadas frontais das unidades.



**FOTO 32 – VISTA DA CASA 05, NA RUA ARBORIZADA.
ORIENTAÇÃO SE (FACHADA, REF. NORTE GEOGR.)
FONTE: Autoria própria (2004)**



**FOTO 33 – VISTA DA CASA 06, RUA SEM VEGETAÇÃO.
ORIENTAÇÃO NE (FACHADA, REF. NORTE GEOGR.)
FONTE: Autoria própria (2004)**

As unidades 7 e 8 foram feitas pela construtora Andrade Ribeiro/PR, utilizando placas de concreto pré-moldado, com câmara de ar interna e espessura total de 10 cm. A cor externa das vedações é amarelo escuro. Os quatro pares de janelas são basculantes, compostas de ferro e vidro. As portas são de madeira. O piso foi executado sobre lastro de brita apiloado, em cima do qual se aplicou uma camada de regularização de argamassa de areia e cimento. O banheiro recebeu piso cerâmico e o restante da casa foi acarpetado. A cobertura é composta de telhas onduladas de cimento, com espessura de 5mm, na cor cinza e de forro feito com chapas prensadas de concreto, com espessura de 3cm. Existe uma câmara de ar, com altura média de 54cm, possibilitando ventilação entre o forro e o telhado. A área dessas unidades é de 36,10m² e o pé-direito mede 2,80m. Nas fotos 34 e 35, as vistas frontais das unidades.



**FOTO 34 – VISTA DA CASA 07 NA RUA ARBORIZADA. ORIENTAÇÃO SE (FACHADA, REF. NORTE GEOGR.)
FONTE: Aatoria própria (2004)**



**FOTO 35 – VISTA DA CASA 08, RUA SEM VEGETAÇÃO. ORIENTAÇÃO SW (FACHADA, REF. NORTE GEOGR.)
FONTE: Aatoria própria (2004)**

As unidades 1 e 2 são exemplos de moradias convencionais em alvenaria de tijolos, construídas pelos próprios moradores, têm a mesma orientação (fachada a sudeste) e poucas diferenças entre si, considerando as limitações do terreno e a costumeira homogeneidade, ou similaridade, entre as plantas de casas de baixo custo. O quadro 1 descreve os materiais empregados nas vedações dessas moradias, compostas em alvenaria convencional de tijolos cerâmicos furados. As esquadrias são metálicas, exceto na fachada da casa 01. Os pisos são cerâmicos em todos os cômodos. As coberturas dessas moradias compõem-se de telhas cerâmicas e forro de madeira sem ventilação. A área do sistema construtivo 1 é de 49,20 m² e a do sistema construtivo 2 é de 51,90 m². As fotos 36 e 37 mostram a aparência externa dessas moradias.



**FOTO 36 – VISTA DA CASA 01 NA RUA ARBORIZADA.
ORIENTAÇÃO SE (FACHADA, REF. NORTE GEOGR.)
FONTE: Aatoria própria (2004)**



**FOTO 37 – VISTA DA CASA 02, RUA SEM VEGETAÇÃO.
ORIENTAÇÃO SE (FACHADA, REF. NORTE GEOGR.)
FONTE: Aatoria própria (2004)**

As unidades 3 e 4 são exemplos de moradias auto-construídas de madeira, bastante comuns entre as famílias de baixa-renda do Estado do Paraná. As esquadrias são de perfis de ferro, padrão comercial. Os pisos são cimentados, com cerâmica nos banheiros e na cozinha da casa 03. As coberturas empregadas nesses sistemas construtivos são semelhantes às utilizadas nas moradias 1 e 2, compondo-se de telhas cerâmicas e forro de madeira sem ventilação. A área do sistema construtivo 3 é de 48 m² e a do sistema construtivo 4 é de 39,60 m². As fotos 38 e 39 apresentam uma vista das unidades 3 e 4.



FOTO 38 – VISTA DA CASA 03 NA RUA ARBORIZADA. ORIENTAÇÃO SE (FACHADA, REF. NORTE GEOGR.)

FONTE: Aatoria própria (2004)



FOTO 39 – VISTA DA CASA 04, RUA SEM VEGETAÇÃO. ORIENTAÇÃO SE (FACHADA, REF. NORTE GEOGR.)

FONTE: Aatoria própria (2004)

Para averiguar outros fatores que poderiam vir a influenciar nas medições deste experimento, no caso das condições de uso (permanência, abertura das esquadrias, uso de ventilador e outros), foi feita entrevista com cada morador das unidades escolhidas, conforme modelos constante no APÊNDICE C apenas como registro e exemplo. Tais entrevistas não foram consideradas significantes no resultado, pela ausência ou pouca relevância dos fatores verificados, e pela semelhança das respostas, e assim não representariam alterações consideráveis. Apenas algumas influências pontuais divergiram, como no caso de recebimento de visitas familiares em determinados fins de semana.

4.3.1.4 Local para medição da temperatura superficial dos solos

Foi procurado nas quadras dos arredores do experimento um local que proximamente apresentasse condições de solo mais comumente observadas nos padrões existentes ao redor de residências do padrão adotado: revestimento asfáltico (ruas), concreto (calçadas), grama (quintais e jardins) e solo nu (ausência de revestimentos).

Também necessário seria uma área sem sombreamento no período proposto para a medição, aventado entre 9 e 15 horas, em que a maior parte dos pisos do entorno às casas recebe insolação direta.

Devido ao período do experimento ter sido próximo ao solstício de inverno, com a grande projeção de sombras do entorno urbanizado sobre o solo (maior do que próximo ao solstício de verão, quando a trajetória aparente do sol é mais alta), escolheu-se um local para o experimento com o sombreamento minimizado: uma praça com poucas edificações próximas na direção Norte e quadrantes Leste-Oeste.

Próximo à escola existente na quadra central, o local está defronte à face norte da edificação, sendo assim menos passível de sombreamento, também por ausência de árvores naquela direção, e o nível estar elevado em relação à rua.



FOTO 40 – LOCAL DA MEDIÇÃO DAS TEMPERATURAS SUPERFICIAIS E AMBIENTE EM DIFERENTES PISOS.

FONTE: Autoria própria (2007)

O piso asfáltico é uma passarela de pedestres com largura de 1,60m e espessura aproximada de 5 cm; o de concreto é formado por placas de 60 x 60 cm e espessura de 2,5 cm assentados sobre contrapiso de 5 cm; o piso gramado é formado por grama batatais (*Paspalum notatum*) adensada sem falhas no local; e o piso de terra é uma área limpa com pouco mais de um metro quadrado, circundada por gramas esparsas, como se observa na foto 40.

Para ausência de sombras projetadas sobre os sensores, foi necessário adotar-se o período das 8:45 horas às 15:15 horas (seis horas e meia) para obter as medições das temperaturas superficiais do solo com exposição plena à radiação solar; equivalendo os valores medidos próximos ao meio dia (zênite) à média do período monitorado. Assim, no período escolhido, a insolação incidente no solo teria proporcionado a contribuição mais direta na absorção da energia solar pelo piso, para posterior influência no sistema térmico dos ambientes monitorados.

4.3.2 Descrição das campanhas de monitoramento

Nos subitens que se seguem, descreve-se com detalhes a execução dos procedimentos e algumas especificações técnicas nas diferentes fases do experimento:

4.3.2.1 Na estação local - medição externa, aparelhos fixos

Na Estação Meteorológica Local, por 39 dias consecutivos, de 04 de maio de 2004 a 10 de junho de 2004 procederam-se medições. Na época a pesquisa já era supervisionada pelo Orientador deste trabalho, em prática de curso de pós-graduação em Geografia da UFPR feito pelo autor. As medições foram nos horários das 8:30, 13:30 e 17:30 horas; que, apesar de fora do padrão de experimentos climatológicos (6; 9; 15; 21 horas) foram escolhidos por:

- ❖ obter-se 3 medições em períodos de diferente insolação e temperatura: matutina, com pouca influência da radiação solar; próxima ao zênite, considerada mais quente; e a vespertina, com o calor ainda retido;
- ❖ coincidirem com a metade do período de uma hora dos três transectos diários planejados, com término nos horários das 9, 14 e 18 horas;
- ❖ ajustarem-se ao horário de serviço do Supervisor do Posto de Guarda, considerado com capacidade e responsabilidade quando a ele encarregado das anotações;
- ❖ que as medições não se estendessem por dentro da noite (período inclusive com dias curtos) por ser um bairro não recomendável para transeuntes noturnos, devido aos índices elevados de violência.

Nos dias das medições com transecto móvel, os dados foram registrados no início e fim do experimento e entre cada mudança de percurso (da rua arborizada para as ruas em pleno sol e vice-e-versa), totalizando quatro vezes durante o período de uma hora do transecto, para comparação dinâmica com a medição dos pontos. A caixa de proteção do sensor de temperatura e umidade fixados na torre pode ser observada na foto 41.



**FOTO 41 – VISTA DA TORRE LATERAL NA ESTAÇÃO LOCAL COM SENSOR PROTEGIDO.
FONTE: Autoria própria (2004)**

As transcrições dos dados do monitor para a ficha, quando da ausência do autor, foi função delegada ao Supervisor da Guarda, tendo sido feitas as anotações das variáveis Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Umidade Relativa do Ar (%), Velocidade (m/s) e Direção do Vento do ambiente externo.

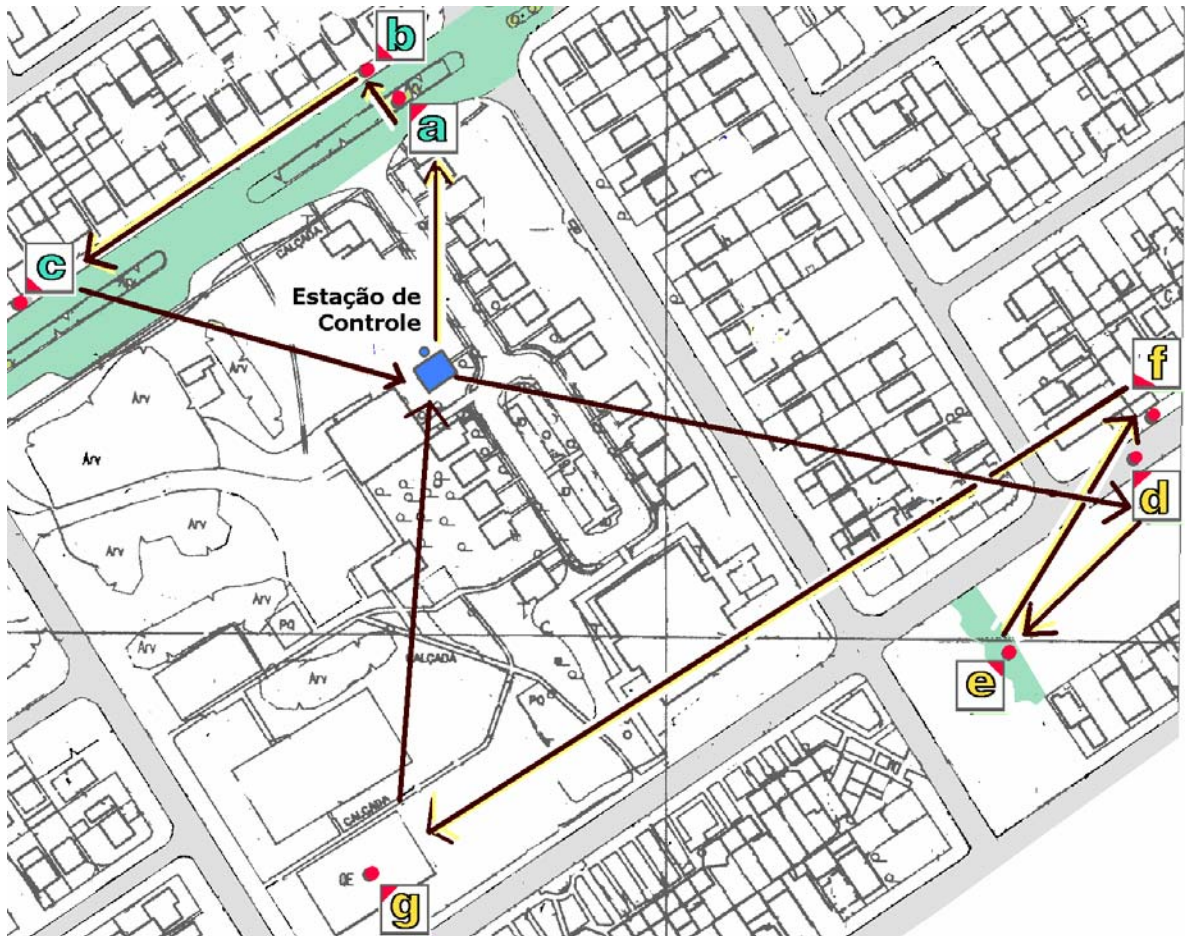
4.3.2.2 Nas áreas externas das residências – transecto móvel

Nos percursos do Transecto Móvel, percorridos a pé, foram feitas medições externas durante cinco dias, a saber, 18 e 19 de maio, 05, 06 e 07 de junho de 2004, selecionados após as esperadas condições favoráveis, ou seja, céu limpo e pouco vento; buscou-se obter seqüencialmente dados atmosféricos em espaços sombreados pela vegetação e em ambientes sob pleno sol em pontos de diferentes coberturas de solo.

Em cada dia de percurso foram efetuadas dez medições em sete pontos, três vezes ao dia. Cada período de medição foi de uma hora, das 8 às 9, das 13 às 14 e das 17 às 18 horas; horários coincidentes com as medições diárias correntes na Estação Meteorológica instalada no Posto, de 04 de maio a 10 de junho de 2004; procedeu-se como descrito a seguir, sendo que o percurso dos deslocamentos entre os pontos podem ser observados no Mapa 04.

- ❖ O percurso arborizado entre “a” e “c” foi percorrido duas vezes, no início e no fim do transecto, tendo os pontos dois registros em cada transecto;
- ❖ Entre os dois deslocamentos citados, foi medido uma vez cada ponto do percurso em pleno sol, de “d” a “g”;
- ❖ Entre cada percurso, foram feitas quatro medições na Estação de Controle: uma no início das medições, uma no final e duas intermediárias entre cada trajeto;
- ❖ Assim, os dados foram anotados em média de 4,5 a 5 minutos cada e totalizaram 14 medições em cada trajeto completo.

As medições de temperatura foram feitas com o termômetro psicrométrico girado em 45 rotações (ciclos) com velocidade mínima que permitisse que o aparelho ficasse levantado pela força centrífuga; a 2,20 metros de altura (acima da cabeça e em pé), altura próxima à do sensor da Estação Referencial.



MAPA 04 – PERCURSO EFETUADO PELO TRANSECTO

FONTE: IPPUC, Plantas Georreferenciadas de Curitiba, 2004. Adaptado pelo autor, sem escala

Em todos os pontos, a verificação da intensidade e direção do vento foi feita com o anemômetro na altura acima da cabeça do medidor (2,10m), com a abertura para captação do ar em movimento virada para o lado contrário em que as fitas da biruta eram direcionadas pela corrente de ar, geralmente leve brisa nas ocasiões medidas, direções não perceptíveis de outra maneira.

4.3.2.3 Nas unidades residenciais – internas

No interior das **residências**, durante 39 dias, de 04 de maio a 10 de junho de 2004 de quinze em quinze minutos, a temperatura e umidade foram monitoradas permanentemente pelos aparelhos HOBO instalados a 20 cm abaixo do forro. Foram fixados em local próximo ao centro geométrico das casas, conforme foto 42, longe de fontes de calor ou corrente canalizada de ar e também fora do alcance não proposital dos moradores. Por se tratar de aparelhos quase idênticos, foi necessário anotar o número de série de cada um em relação à unidade instalada.



FOTO 42 – DETALHE DE LOCAL DE FIXAÇÃO DO APARELHO HOBO
FONTE: A autoria própria (2004)

Os aparelhos, com baterias previamente carregadas e checadas, foram retirados no final do período e conectados ao seu programa específico de microcomputador, para onde os dados foram descarregados em forma de texto e posteriormente convertidos para tabela do *software* Excel.

4.3.2.4 Medição da temperatura superficial do solo

Para tal procedimento, optou-se por uma data média do período do experimento (entre maio e junho), de condições ideais para a medição, com céu claro para que eventual nebulosidade não interferisse na radiação solar direta sobre o solo a ser monitorado.

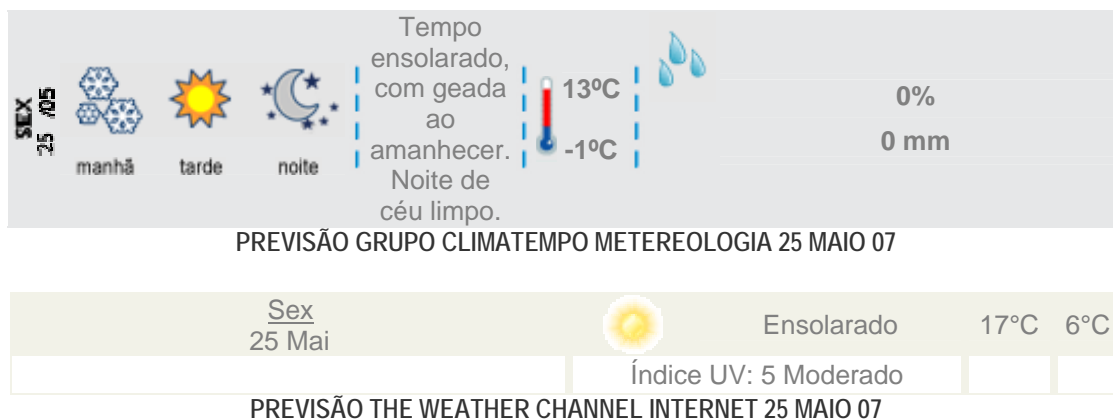


FIGURA 04 – PREVISÕES METEOROLÓGICAS PARA ESCOLHA DO DIA DAS MEDIÇÕES
FONTE: Internet, consultas meteorológicas nos respectivos sites no dia 21/05/07.

O dia 25 de maio de 2007, confirmando previsões meteorológicas consultadas como mostra a figura 4, apresentou céu completamente livre de nebulosidade, claro e ensolarado. Para o registro automático das temperaturas superficiais dos diferentes revestimentos de solo, foram instalados às 7:45 horas da manhã quatro sensores de termômetros HOBO protegidos por hastes de isopor que, afixadas, permitiram contato direto do sensor sobre cada tipo de piso, como se observa na foto 43, sem interferência de outras variáveis.

Com o uso de uma bússola, todos foram posicionados na orientação leste-oeste, instalados nos locais escolhidos de diferentes tipos de solo (concreto, asfalto, terra e grama). Ficaram em repouso por um período de tempo entre meia e uma hora antes do período inicial, a fim de se estabilizar a temperatura em que estavam com a que constava no local a ser medido.



FOTO 43 – MEDIÇÃO DA TEMPERATURA SUPERFICIAL DO SOLO - TERMÔMETROS HOBO. A PARTIR DA ESQUERDA PARA A DIREITA, DE CIMA PARA BAIXO, PISOS DE CONCRETO, ASFALTO, TERRA E GRAMA. FONTE: Autoria própria (2007)

Para ausência de sombras projetadas sobre os sensores, a medição foi efetuada no período das 8:45 horas às 15:15 horas (seis horas e meia) obtendo-se medições das temperaturas superficiais do solo com exposição plena à radiação solar, a cada 15 minutos. A média do período monitorado se deu próxima ao meio dia (zênite) e os pontos, conforme diferente tipologia (asfalto, concreto, grama e terra), foram registrados simultaneamente. Assim, no período escolhido, a insolação incidente no solo teria proporcionado a contribuição mais direta na absorção da energia solar através piso externo, para posterior influência no sistema térmico dos ambientes monitorados.

4.3.2.5 Medição da temperatura ambiente junto às medições no solo

Às 8:00 horas do dia 25 de maio de 2007, o tripé com o termômetro HOBO foi instalado em posição tal que ao redor próximo ficaram os pontos de medição dos quatro tipos de solo, como pode se observar na foto 44. A finalidade foi o registro da temperatura ambiente em monitoração contínua a cada 15 minutos, simultaneamente às medições das temperaturas superficiais do solo ao redor.



**FOTO 44 – TRIPÉ NO LOCAL DA MEDIÇÃO DA TEMPERATURA AMBIENTE .
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2007)**

Os dados obtidos foram dispostos em planilha eletrônica para análise, a fim da construção de gráficos para melhor visualização do desenvolvimento e correlações, inclusive verificando dados da radiação solar obtida pelo SIMEPAR durante o mesmo período.

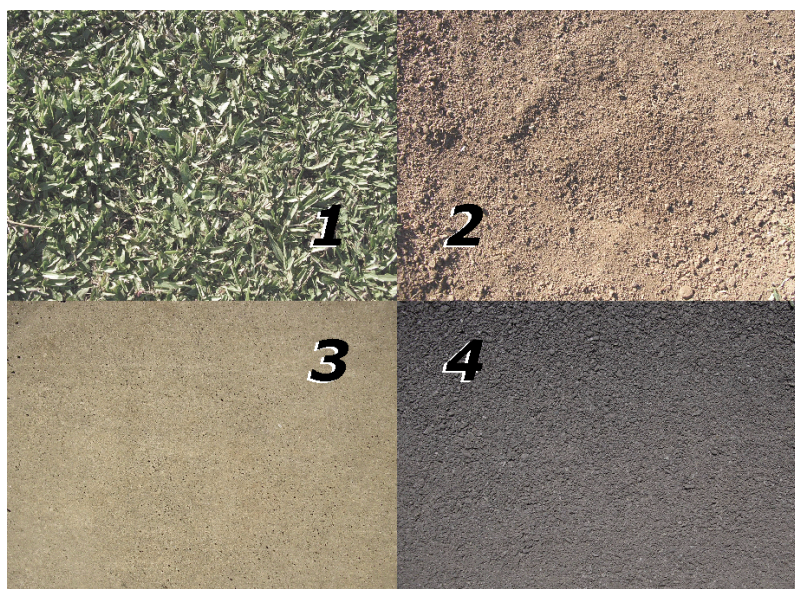
Durante o procedimento, foram fotografados os quatro tipos de piso do experimento para posterior impressão em papel e comparação da refletância solar inerente à cada cor dos mesmos com uma folha de papel branco, em laboratório.

A finalidade da medição de diferentes refletâncias foi para analisar a possível contribuição de energia térmica ao ambiente pelo albedo de cada piso, que possuem diferentes colorações. Fotografou-se também as abóbadas celestes nas quatro direções cardeais, registrando-se o céu sem nuvens.

4.3.3 Caracterização das refletâncias solares – Método do papel branco

Com a finalidade de averiguar a diferente refletância dos tipos de solo avaliados, devido a sua contribuição na temperatura ambiente, foi fotografado cada piso junto aos locais medidos; as fotografias foram reveladas em papel fosco de 20 x 25 cm, e com o auxílio de um luxímetro, foi feita a comparação da refletância medida pelo Método do Papel Branco⁷ (COSTA , 2005, p. 228 e 229)

As medições foram feitas à noite, para evitar a influência da luz diurna. Cada fotografia foi colocada 10 cm defronte um papel branco, voltada para o sensor do luxímetro, como mostra a foto 46. Após a medição da emissividade de cada solo representado na fotografia, a foto era retirada e feita a anotação da emissividade do papel branco registrada no aparelho, experiência repetida para confirmação dos valores medidos. Com tais emissividades registradas, pode-se posteriormente calcular a refletância de cada fotografia com o uso de fórmula específica.



**FOTO 45 – REPRODUÇÃO DOS PISOS EM FOTOS PARA O EXPERIMENTO.
1), GRAMA; 2), TERRA; 3), CONCRETO, E 4), ASFALTO.**

FONTE: Autoria própria (2007)

7. O Método do Papel Branco é um método simplificado usado no trabalho apenas para se ter uma idéia aproximada do albedo da superfície que irá influenciar na carga térmica junto à superfície.

Posteriormente, como experiência comparativa, a medição foi repetida com o mesmo Método, porém usando o luxímetro para medir diretamente das imagens das superfícies num monitor convencional de computador, comparado com a medição da tela convertida em seguida para a cor branca, como mostra a foto 47.



FOTO 46 – MEDIÇÃO DA EMISSIVIDADE DOS PISOS REPRODUZIDOS EM FOTOGRAFIA.
FONTE: Autoria própria (2007)



FOTO 47 – MEDIÇÃO DA EMISSIVIDADE DOS PISOS REPRODUZIDOS EM MONITOR.
FONTE: Autoria própria (2007)

(em branco)

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os dados das medições anotados manualmente em fichas próprias foram transcritos para planilha eletrônica do *software* Excel da Microsoft; e os gerados automaticamente foram descarregados com programas próprios, também importados para planilhas do mesmo programa, a fim de gerar tabelas e gráficos comparativos estatisticamente ao serem avaliados, para visualização das correlações quanto aos objetivos. Analisando-se os efeitos de fatores condicionantes, explanam-se descrições das observações feitas a partir dos resultados constatados.

As análises que se seguem referem-se aos experimentos iniciais em 2004 (das moradias e do transecto); posteriormente, no último item deste capítulo (5.4), analisam-se as influências dos fatores do experimento de 2007 (tipo de cobertura de solo sob radiação solar direta), cujos efeitos observados na temperatura ambiente seriam componentes dos resultados das primeiras medições.

Após verificação de todos dados coletados, foi tomada a decisão de não se utilizar alguns deles, devido à constatação de que não apresentariam relevância nos resultados. A velocidade e direção dos ventos, tanto na estação referencial quanto nos transectos, se apresentou baixa durante o período, sem interferência importante nos resultados: no transecto, apesar de ter havido medição de até 4 m/s, a média se mostrou inferior a 1 m/s, em poucos momentos de brisa leve; na estação referencial, a média foi de 1,5 m/s.

No entanto, ressalta-se que as correntes de ar têm importante papel no conforto térmico, e também sofrem influência a nível local, a exemplo da topografia, de distintos tipos de solo, com diferentes rugosidades, de efeito das temperaturas, além da vegetação existente.

5.1 DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES SINÓTICAS NO EXPERIMENTO

Considerando que, nos fatores de interação com o tempo atmosférico, os fatos climáticos são controlados dos níveis superiores (macro) para os níveis inferiores, apresentam-se preliminarmente na análise para as comparações das características locais, os tipos de tempo ali verificados, tendo sido compilados dados de imagens de satélites e Cartas Sinóticas juntamente com descrições atmosféricas redigidas em sítios da Internet específicos de meteorologia nos dias dos experimentos.

O desenvolvimento diário das temperaturas nos horários monitorados foi analisado; relacionando-se o que foi obtido no experimento, com os tipos de tempo macro-atmosféricos registrados por instituições climáticas, verificou-se que coincidem as datas dos eventos causados por sistemas frontais de massas atuantes com as mudanças mais significativas observadas no experimento. Isto foi observado nas oscilações mais abruptas nas curvas de praticamente todos gráficos gerados no experimento.

Tal influência pode ser constatada pelos gráficos 2 e 3 nas datas em relação à região do caso de estudo; em descrições de análises climáticas do período; e em imagens de satélite. Para as entradas de frentes frias e as massas estacionárias serem visualizadas juntamente com os registros de temperaturas externas no experimento (estação referencial e SIMEPAR), foi incluído um diagrama dos respectivos dias de eventos na área inferior do gráfico 4.

Sabe-se, conforme abordagem de Cuadrat (1997), que as massas de ar são volumes de ar de centenas a milhares de quilômetros de comprimento com vários quilômetros de altura; têm propriedades físicas, como a temperatura e a umidade, uniformes no plano horizontal, e alteradas no contato com as superfícies das regiões geográficas dos espaços que percorrem ou permanecem ao longo de seu avanço.

O tempo meteorológico que ali se apresenta tem características diretamente relacionadas com as propriedades iniciais da massa de ar e do efeito de transformações ocorridas durante seu trajeto.

Explana-se a seguir uma Análise Climática das ocorrências básicas de sistemas frontais e frontogênese⁸, além das perturbações atmosféricas sobre o Brasil, notadamente as descrições recortadas para a região e período do experimento das moradias e da análise dos transectos.

As evidências podem estar demonstradas graficamente nos gráficos 02 e 03, que apresentam as seções estação *versus* tempo dos sistemas frontais que penetraram no Brasil em maio e junho de 2004, onde os pontos indicam que a frente passou pela estação das cidades ali relacionadas.

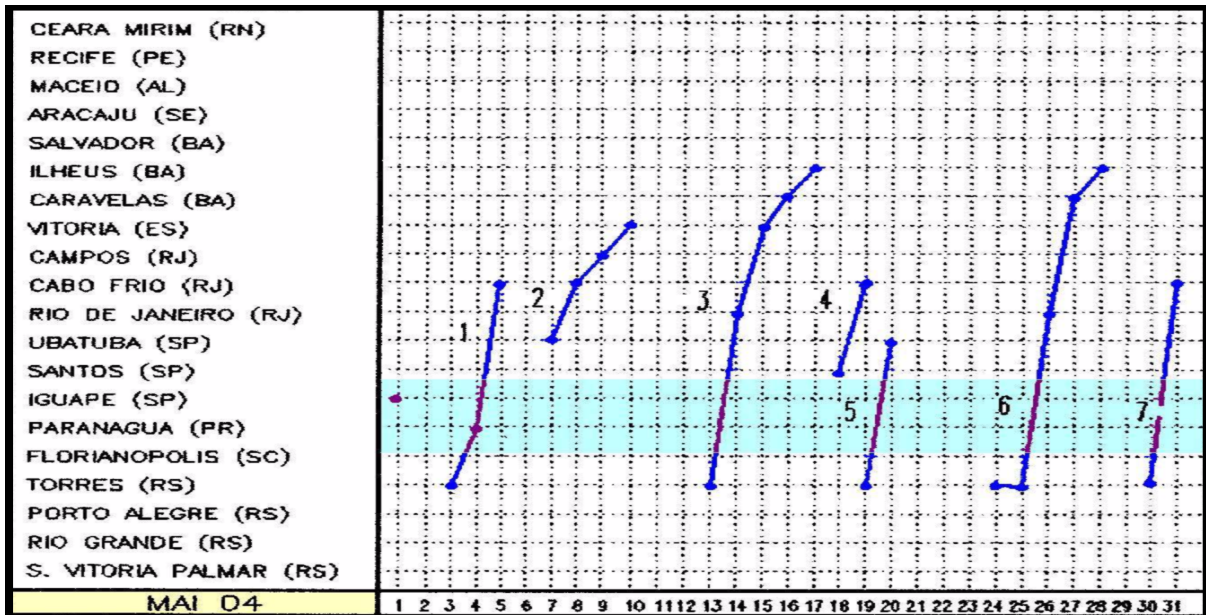


GRÁFICO 02- SEÇÕES ESTAÇÃO X TEMPO – SISTEMAS FRONTAIS ATUANTES NO BRASIL EM MAIO DE 2004 – ESTAÇÕES LITORÂNEAS
FONTES: 7.DISME e CPTEC, 2005

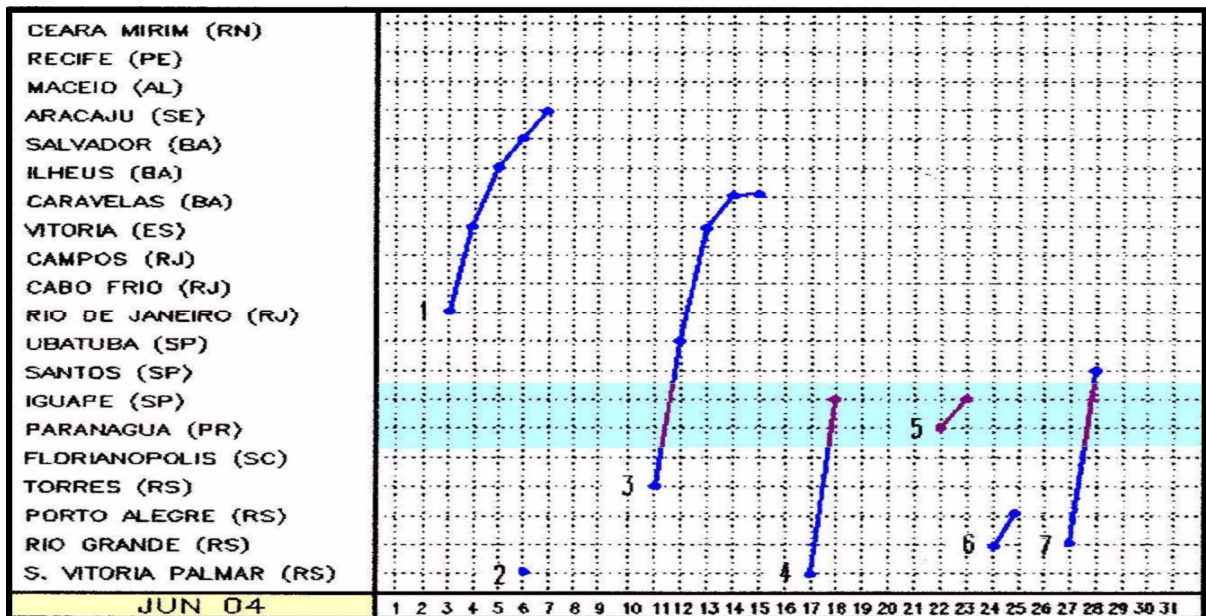


GRÁFICO 03- SEÇÕES ESTAÇÃO X TEMPO – SISTEMAS FRONTAIS ATUANTES NO BRASIL EM JUNHO DE 2004 – ESTAÇÕES LITORÂNEAS
FONTES: 7.DISME e CPTEC, 2005

Para tanto, considerou-se os registros de passagens nas estações mais próximas do local do experimento, entre os municípios de Florianópolis (SC), Paranaguá (PR) e Iguape (SP), ao longo do Litoral do Brasil, conforme faixas destacadas nos gráficos apresentados.

8. Frontogênese: Nascimento ou criação de uma frente. Isto acontece quando duas massas de ar adjacentes que exibem densidades e temperaturas diferentes se reúnem pela ação dos ventos, criando uma frente. Poderia acontecer quando qualquer uma das massas de ar, ou ambas se movem sobre uma superfície que fortalece suas propriedades originais. Fonte: Sheila Paz, meteorologista do SIMEPAR

Observe-se que as datas onde registraram-se ocorrências nos gráficos coincidem com as do texto de análise climática descritiva que se segue; a base (Climanálise do período do experimento) é o Boletim de Monitoramento, obtido pela *Internet* no *site* do Centro de Previsão de Tempo e de Estudos Climáticos (CPTEC), do Ministério de Ciência e Tecnologia, adaptado pelo autor para a região do experimento (suprimindo as demais regiões):

Em **abril**, mês que antecedeu o experimento, as temperaturas máximas e mínimas ficaram acima da média histórica em quase todo o País. Entretanto, a partir do final de Abril/2004, a atuação de massas de ar frio causou declínio de temperatura nas Regiões Sul, já influenciando na região do experimento. Neste mês antecedente, três sistemas frontais atuaram desde o Paraná até o Rio de Janeiro, sendo que a partir do dia 24, a temperatura mínima apresentou declínio da ordem de 8°C a 10°C na Região Sul. (adaptado do VOLUME 19 - N.04 - ABRIL/2004)

Na primeira quinzena de **maio**, dois sistemas de baixa pressão atuaram próximo ao litoral da Região Sul, associados aos sistemas frontais. As temperaturas elevadas, o alto índice de umidade relativa do ar, ao norte de 20°S, e a incursão de massas de ar frio no sul do País, contribuíram para organizar áreas de instabilidade na Região, onde foram registradas chuvas e queda de granizo em várias localidades. Considerando a climatologia, as chuvas estiveram acima da média no Paraná. Dos sete sistemas frontais que atuaram no Brasil, três originaram-se da formação de ciclogêneses próximo à Região Sul. O sistema frontal observado no final de abril atuou somente no primeiro dia deste mês. Esta frente apresentou fraca intensidade e avançou, pelo interior, até o Paraná, enfraquecendo sobre o oceano no dia seguinte.

O primeiro sistema frontal do mês configurou-se no litoral e interior do Rio Grande do sul, no **dia 03**, e esteve associado a uma baixa pressão que se posicionou sobre o Paraná no dia 02. Durante este período, notou-se a formação de outro sistema de baixa pressão sobre o oceano, próximo ao Paraná. O 3º sistema frontal originou-se de uma frontogênese que se formou no litoral de Torres-RS no **dia 12**. Foram observados ventos intensos no litoral do Rio Grande do Sul. A quinta frente fria também apresentou rápido deslocamento pelo litoral de Torres-RS e Ubatuba, entre os **dias 19 e 20**. No período de 20 a 24, notou-se a formação de outro sistema de baixa pressão na Região Sul. No **dia 25**, a sexta frente fria associada deslocou-se, pelo interior, até o Mato Grosso e, pelo litoral, até Ilheus-BA. No **dia 30**, o último sistema frontal atuou no litoral da Região Sul.

Quanto às massas de ar frio em maio, a maior parte, ao ingressarem no sul do Brasil, tiveram uma trajetória continental, causando um declínio acentuado de temperatura nestas Regiões. A formação de nevoeiros e granizo estendeu-se a partir do litoral sul do País. O primeiro anticiclone atuou na retaguarda do sistema de baixa pressão que se configurou próximo ao Paraná, nos dias **05 e 06**. A massa de ar frio associada atuou a partir do dia **07** e causou diminuição de temperatura na Região Sul. A terceira massa de ar frio atuou no período de **14 a 20**. Esta massa de ar ingressou pela Região Sul e oeste do Brasil. A quarta e última massa de ar frio esteve associada à ciclogênese que se configurou no dia **25** sobre a Região Sul. (adaptado do VOLUME 19 - N.05 - MAIO/2004)

Durante o mês de **junho**, o cenário mudou na Região Sul do Brasil, onde se observou predominância de chuvas abaixo da média histórica; a rápida passagem dos sistemas frontais proporcionou totais de chuva entre 50 mm e 100 mm em praticamente toda essa região. Sete sistemas frontais atuaram no mês de junho, conforme a demonstra o Gráfico 02. Os dois primeiros sistemas estiveram associados às massas de ar frio que atuaram na primeira quinzena do mês. Apenas o terceiro sistema frontal, que originou-se de uma baixa pressão que se configurou sobre a Região Sul no **dia 10**, pode ter atuado no final do experimento. Esta frente fria, deslocou-se pelo litoral desde Torres-RS causando chuvas que excederam os 50 mm no Paraná. (adaptado do VOLUME 19 - N.06 - JUNHO/2004).

Os sistemas atmosféricos atuantes são a Massa Polar Atlântica (MPA, gerada pelo deslocamento do Anticiclone Migratório Polar), a Frente Polar Atlântica (FPA, gerada pela passagem da MPA), e a Massa Polar Velha (resultante do enfraquecimento e tropicalização da MPA, quando o frio perde a intensidade). Neste caso, o que está definido como massa polar velha pode ser interpretado como a atuação da Massa Tropical Atlântica.

As imagens de satélite também ajudam a elucidar analiticamente os fatos atmosféricos relatados: como exemplificadas nas figuras 05 e 06, movimentações das massas de ar e frentes atmosféricas estão no ANEXO A. Podem ser consultadas as imagens seqüenciais dos períodos em que foram executados os transectos, cujas alterações dos dados registrados podem ser comparados com a ocorrência sinótica verificada. Tal seqüência de imagens é necessária quando se pretende, almejando uma descrição mais detalhada dos eventos, elaborar-se uma Análise Rítmica do tempo. Os anexos incluem a configuração atmosférica no dia anterior a cada transecto, e imagens registradas nos três horários durante as medições dos transectos, próximos às 8:30, 13:30 e 17:30 horas.



FIGURA 05
IMAGEM DA AMÉRICA DO SUL
CAPTADAS PELO SATÉLITE GOES
EM 18/05/04
FONTE: SITE CPTEC/INPE, 2004

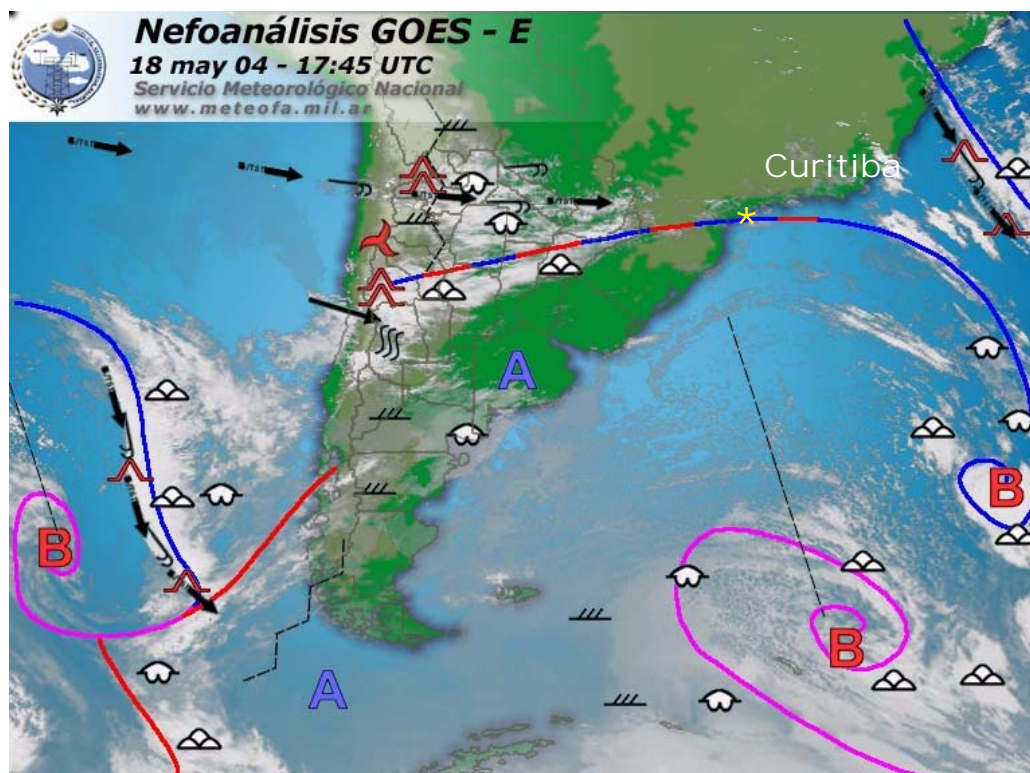


FIGURA 06 – IMAGEM DE SATÉLITE / EXEMPLO DE NEFANÁLISE INTERPRETATIVA DA IMAGEM ANTERIOR - FONTE: SITE WWW.METEOFA.MIL.AR, 2004

LEGENDA (INTERPRETAÇÃO E CONCEITOS NO ANEXO B)

A	Alta Pressão	-----	Eixo do cavado em Altitude
B	Baixa Pressão	~~~~~	Eixo da crista em Superfície
	Vórtice	~~~~~	Eixo da crista em Altitude
	Estratos		Corrente de jato
	Cúmulus		Ventos em 500 hPa
	Estrato-cúmulus		Ventos em 500/200hPa
	Torre-cúmulus / Cúmulu-nimbus		Ondas de Montanha
	Cirrus		Turbulência
-----	Eixo do cavado em Superfície		Turbulência Forte

Como exemplo demonstrativo, para ilustrar as interpretações relatadas dos boletins meteorológicos, as imagens anteriores permitem visualizar, no dia do início dos transectos, o aspecto sinótico do continente sul americano (FIGURA 05) e uma neofanálise interpretativa dos sistemas atuantes (FIGURA 06), graficamente demonstrando as extensões e deslocamentos das frentes e posicionamento das massas. A influência das condições sinóticas pode ser observada com evidência nos gráficos 04 a 06:

Legenda dos Gráficos 04 a 06:

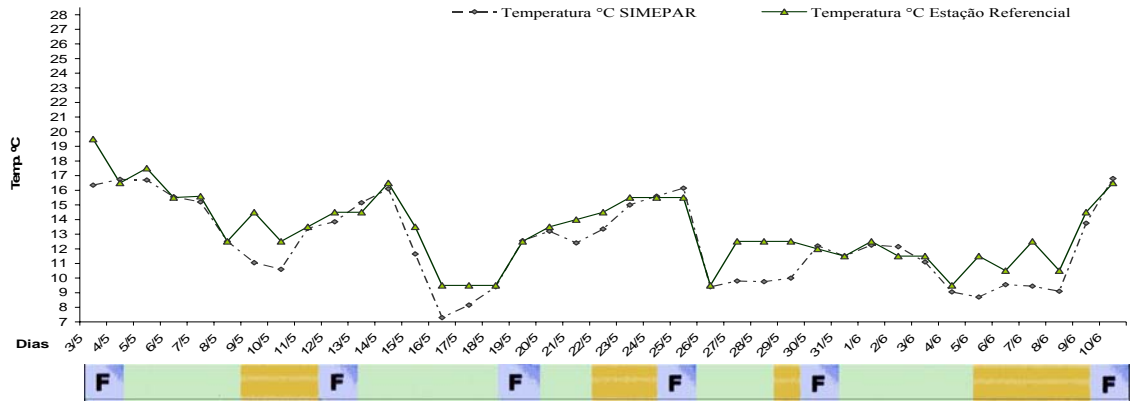


GRÁFICO 04 – TEMP. EXTERNAS E INFLUÊNCIA SINÓTICA ÀS 8:30 HORAS

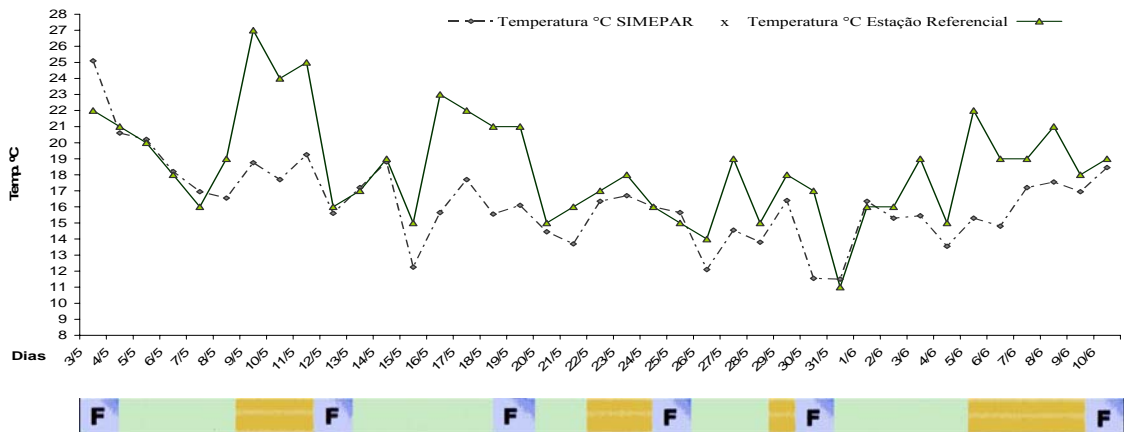


GRÁFICO 05 – TEMP. EXTERNAS E INFLUÊNCIA SINÓTICA ÀS 13:30 HORAS

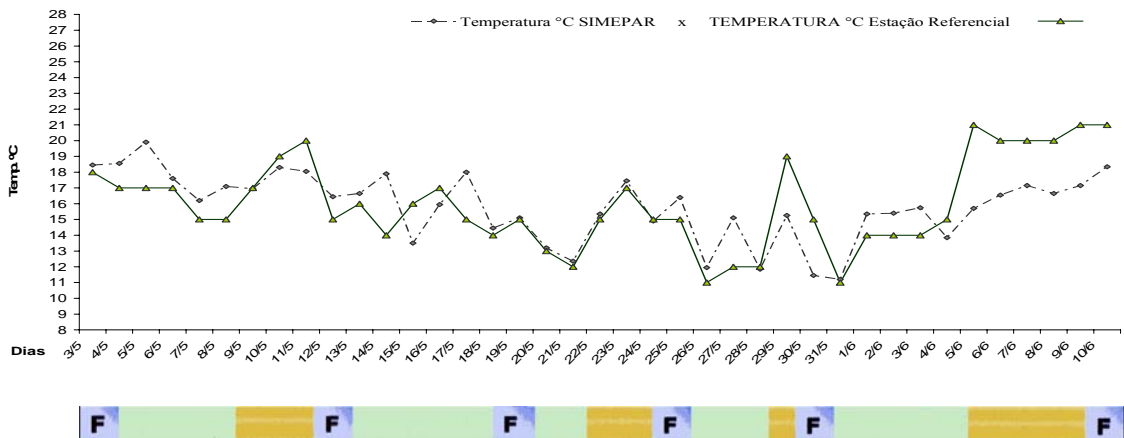


GRÁFICO 06 – TEMP. EXTERNAS E INFLUÊNCIA SINÓTICA ÀS 17:30 HORAS

Os gráficos 04 a 06 apresentados mostram as temperaturas externas obtidas na Estação de referência local em comparação com as temperaturas registradas oficialmente pela Estação da SIMEPAR. São medições durante todo o decorrer do experimento, nos três horários monitorados, cujos perfis da Estação de Controle estarão presentes nos gráficos do próximo capítulo, para comparação com o desenvolvimento das temperaturas internas das casas. Ainda no gráfico anterior analisando as datas em evidência na análise climática anteriormente descrita e nos respectivos Gráficos 02 e 03, observa-se a influência maior da circulação regional nas oscilações das medidas. As quedas de temperatura são notadas justamente após a apresentação de uma nova frente fria. No período, a mínima absoluta registrada foi $4,9^{\circ}\text{C}$ no dia 16/05/04 às 8:00 horas e a máxima $25,7^{\circ}\text{C}$ no dia 03/05/04 às 13:30 horas, como pode ser observado no apêndice A.

A diferença média verificada entre a Estação de Controle e a do SIMEPAR é de $+1,1^{\circ}\text{C}$ na estação de controle. À tarde verifica-se maior compatibilidade, com tal diferença média de apenas $+0,2^{\circ}\text{C}$, e maior diferença no zênite, quando atinge $+2,2^{\circ}\text{C}$. No entanto, a trajetória da curva dos gráficos analisados é relativamente homogênea, verificando-se uma defasagem mais considerável apenas no horário das 13:30 horas. Esta e outras divergências peculiares atribuem-se a fatores físicos locais, como o sensor da estação de controle receber maior insolação direta na medição intermediária (verificou-se sombreamentos parciais nos horários da manhã, do imóvel, e no final da tarde, de árvores); e fatores microclimáticos das diferentes regiões; porém, tais detalhes não foram aqui considerados relevantes a ponto de não se adotar o gráfico da Estação de Controle para comparar com os demais gráficos das casas, em relação ao que se demonstrou no desenvolvimento das curvas.

5.2 TEMPERATURAS INTERNAS: ANALISANDO DADOS E EFEITOS DE FATORES CONDICIONANTES

A relação entre a temperatura e grau de conforto dentro das casas podem ser avaliados a partir dos dados gerados, e em uma primeira análise interpretativa dos resultados, pode-se descrever os diversos comportamentos verificados pelas diferentes condições de medição (características de materiais, radiação e sombreamento etc), e a partir de várias condicionantes e configurações termo-físicas: acompanhamentos de variação térmica; inversões; amplitudes; atrasos de respostas ou reações; limites extremos e médias.

A suma importância desta avaliação do desempenho térmico das construções visando sua aplicabilidade é sumariamente apresentada por Krüger e Dumke (2001, p.67), que bem apontam a equívoca padronização em nível nacional de programas de habitações para interesse social sem levar em conta as características da região:

Uma mesma tipologia de projeto e de mesmo sistema construtivo é adotada em cidades com características muito distintas, sendo desconsiderada a grande diversidade sócio-econômica, cultural, climática e tecnológica entre as diferentes regiões do Brasil, o que resulta em construções de baixa qualidade construtiva que não atendem às necessidades de seus usuários

Como mencionado no Capítulo 2.2, temperatura máxima, mínima, média e sua amplitude são valores que identificam um comportamento específico de um sistema, de acordo com Gonzalez (1997) apud Cruz *et al.* (2007, p.57), e estão expressos nos gráficos e tabelas a seguir. Estes autores citados consideram o Fator Decremental (μ , conceituado no capítulo citado) importante parâmetro para análise do desempenho térmico do ambiente interno, juntamente com o atraso térmico, e demonstram as diferentes características e comportamentos das unidades avaliadas devido aos distintos materiais empregados e condições de presença ou ausência da arborização, entre outros fatores.

O atraso térmico também pode ser observado no comportamento da curva nos gráficos de algumas unidades quando respondem em intervalo de tempo posterior às variações das temperaturas externas apontadas pela curva da temperatura da Estação Referencial.

Algumas distorções podem se apresentar, e no caso das medições internas das residências supõem-se atribuídas a fatores de ocupação e uso ocasionais, tais como o uso de aparelhos termo-geradores, abertura da casa para faxina, visitas ou ausência total em determinado fim de semana; no entanto, os gráficos mostram importante regularidade com o desenvolvimento da temperatura monitorada externamente, sendo assim considerado irrelevante o caso de raras distorções não argumentáveis.

Nos 12 gráficos a seguir, comparando as casas de mesma tecnologia construtiva com a presença ou não de arborização, é possível uma avaliação do desempenho em cada um dos três horários de medição (8:30, 13:30 e 17:30 horas) e, posteriormente, na média entre os três horários.

5.2.1 Tecnologia construtiva de tijolos cerâmicos furados: Unidades 01 e 02

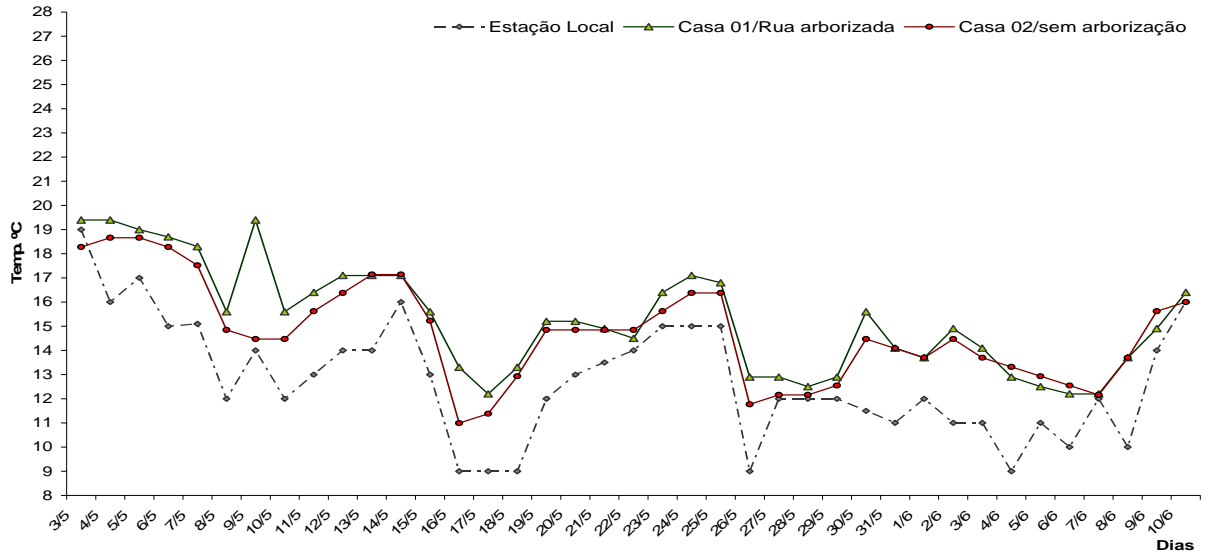


GRÁFICO 07 – TEMP. (°C) INTERNAS DAS CASAS 1 E 2 E DA ESTAÇÃO LOCAL ÀS 8:30 HORAS

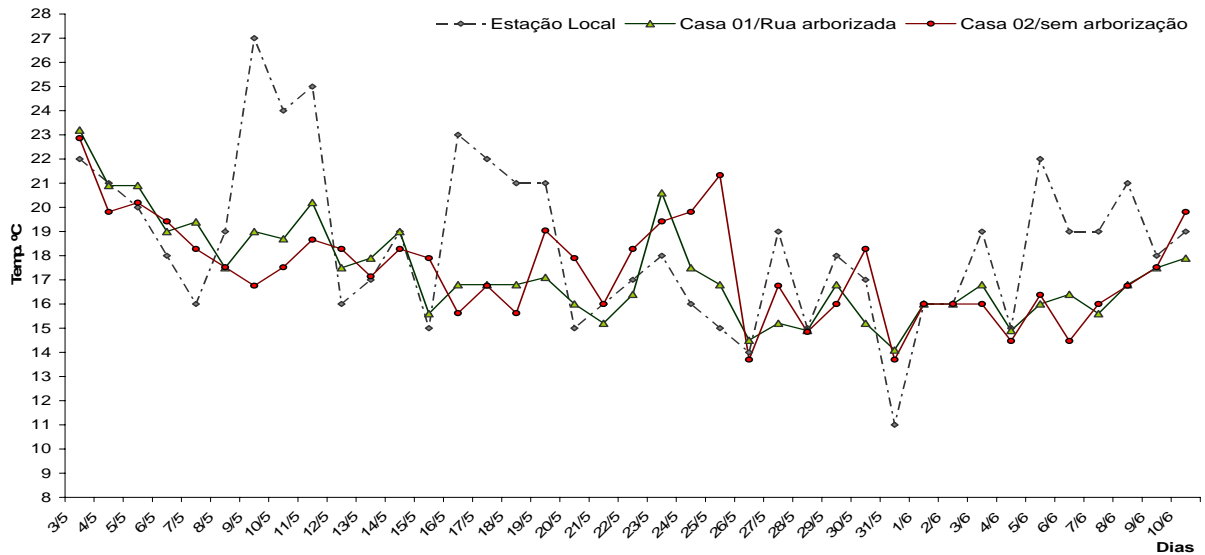


GRÁFICO 08 – TEMP. (°C) INTERNAS DAS CASAS 1 E 2 E DA ESTAÇÃO LOCAL ÀS 13:30 HORAS

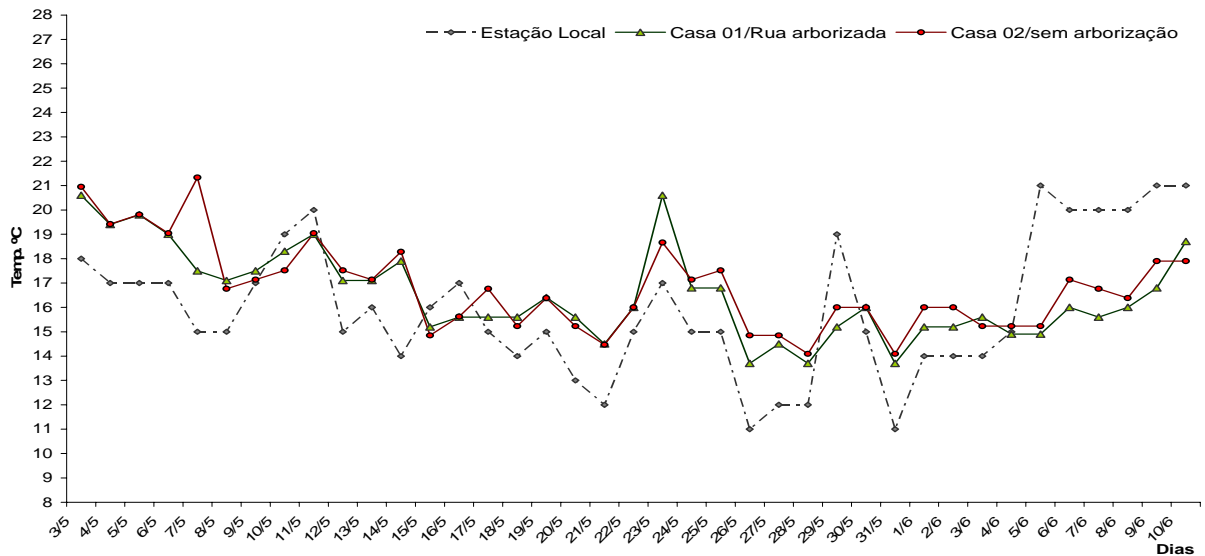


GRÁFICO 09 – TEMP. (°C) INTERNAS DAS CASAS 1 E 2 E DA ESTAÇÃO LOCAL ÀS 17:30 HORAS

Nos três horários apresentados, os gráficos mostram em comum nessa tipologia uma alternância na intensidade da temperatura entre os dois ambientes, também devido à pequena amplitude nas variações, a menor observada entre as diferentes tipologias. Tal constatação pode evidenciar melhor desempenho térmico no sentido da boa estabilidade e pequena variação da temperatura interna, independentemente dos picos extremos observados nas medições externas. Observa-se no gráfico 07 que as temperaturas medidas nas duas unidades, no horário das 8:30 horas, permaneceram sempre acima da temperatura externa. Verifica-se mínimas de 11°C na casa em pleno sol e de 12,2°C na casa arborizada; o que, juntamente com o fato desta manter-se neste horário praticamente sempre mais aquecida, enquanto a temperatura externa registrava-se fria (média de 12,8°C no período), pode-se considerar melhor desempenho térmico do que a casa sem arborização. O efeito de barreira ao vento durante o período anterior (noturno) pode ser um dos fatores contribuintes. Nos outros horários, observa-se uma menor variação das temperaturas internas em relação à externa, apresentando temperaturas mais amenas no interior das casas, principalmente da casa localizada na rua arborizada. Outra constatação nos três gráficos é o maior atraso da unidade 01, em média, da rua arborizada, em relação à casa 02 na queda de temperatura: observa-se que quando a temperatura externa decresce, na casa 02 cai tanto antes quanto mais abruptamente, fato bem evidenciado com início nos dias 7/5, 16/5, 26/5 e 3/6, não por coincidência após as datas que a pesquisa registrou as entradas de frentes frias. Apenas no gráfico 09, das medições às 13:30, a mais quente do dia, a situação inverte, também a favor da casa 01 com média menor em 0,1° do que a outra, e da mesma maneira se inverte favoravelmente na medição ao fim do dia, com a casa 02 em 0,3° mais aquecida, condição esta que teoricamente se mantém durante a noite até a medição da manhã dia seguinte .

5.2.2 Tecnologia construtiva com paredes de madeira: Unidades 03 e 04

Com desempenho apresentado nos gráficos de 10 a 12, as casas de madeira apresentaram no período os extremos de médias de temperatura interna: a menor (13,4 °C às 8:30 horas) na unidade 04 e a maior (19,2°C às 13:30 horas) na unidade 03. Fatos supostamente discrepantes são observados no desempenho térmico desta tipologia: nos horários de temperatura externa mais baixa, ambas unidades apresentaram mais de uma vez temperaturas absolutas menores do que a externa; nos horários de pico mais quente das medições externas e ao fim do dia, tanto temperaturas absolutas quanto médias apresentaram valores maiores do que externamente.

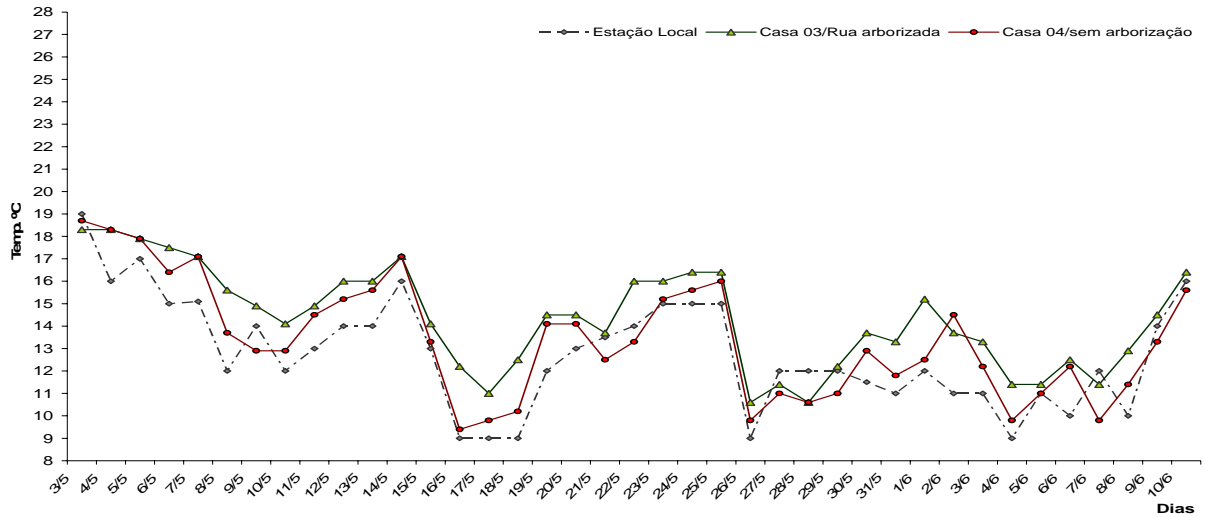


GRÁFICO 10 – TEMP. (°C) INTERNAS DAS CASAS 3 E 4 E DA ESTAÇÃO LOCAL ÀS 8:30 HORAS

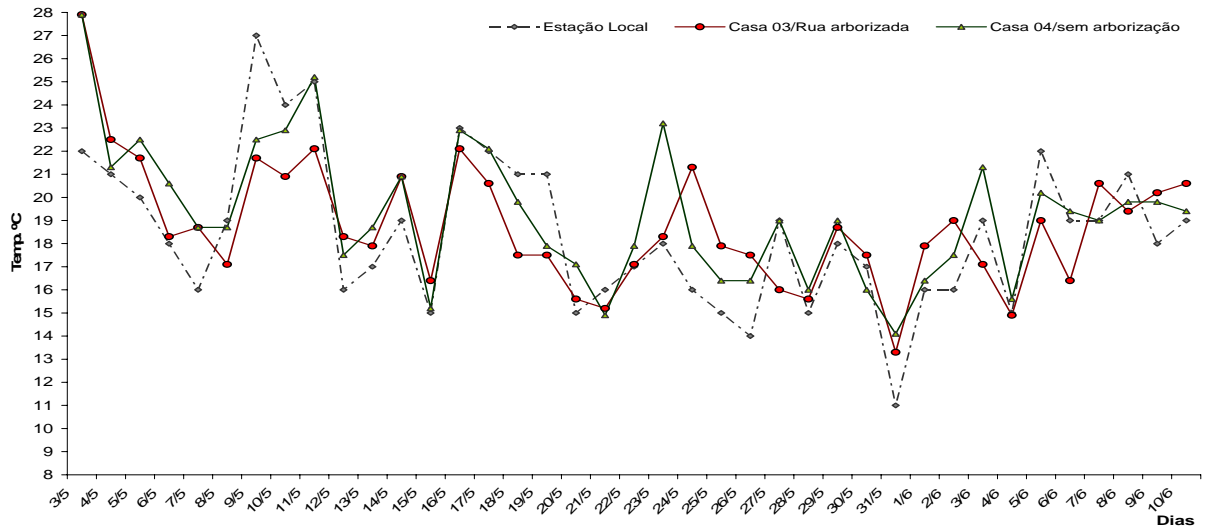


GRÁFICO 11 – TEMP. (°C) INTERNAS DAS CASAS 3 E 4 E DA ESTAÇÃO LOCAL ÀS 13:30 HORAS

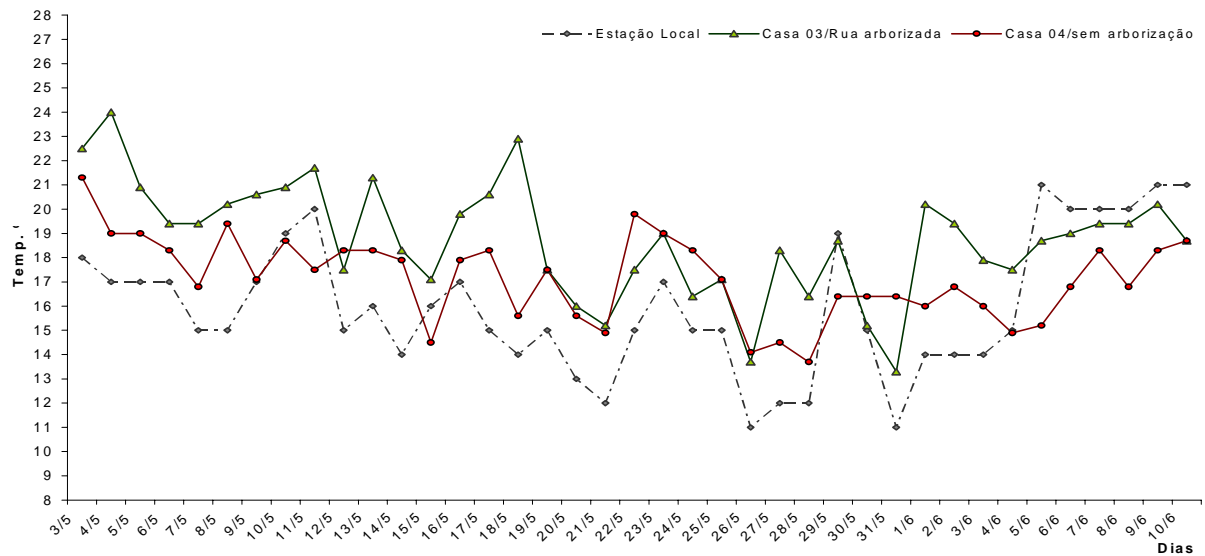


GRÁFICO 12 – TEMP. (°C) INTERNAS DAS CASAS 3 E 4 E DA ESTAÇÃO LOCAL ÀS 17:30 HORAS

Os três gráficos apresentam também uma grande amplitude, acima até da variação de temperatura externa, o que pode ter demonstrado baixo desempenho térmico das propriedades do material utilizado na vedação, ou de sua espessura.

Nos horários distintos, não é possível observar um padrão de comportamento que caracterize as duas unidades, devido à alternância nos valores absolutos diários, onde a unidade da rua com arborização manteve-se quase sempre com temperaturas mais elevadas nos três horários. No entanto, para tal unidade, a casa 03, a menor amplitude de variação interna pode conferir, em tese, maior grau de conforto térmico. O baixo desempenho geral pode ser explicado pela baixa densidade das paredes e quase ausência de atraso térmico.

A inversões no sentido do gráfico da medição interna em relação à externa em alguns casos (ex.: às 13:30 horas entre o dia 9 e 10/5/04) e em outras unidades, pode-se supor resultado de intervenções do morador no ambiente, como por exemplo: a chegada do morador, do trabalho para o almoço com abertura da casa e conseqüente resfriamento; o acendimento de um fogão e conseqüente espalhamento do calor no ambiente; ou de fatores externos, tal como um período de sombreamento por edificação vizinha, neste caso, não observado como relevante nas unidades monitoradas.

5.2.3 Tecnologia construtiva com blocos de concreto celular: Unidades 05 e 06

Os gráficos demonstram, em geral, desempenho semelhante às unidades de tijolos, com pequenas amplitudes, ficando as temperaturas internas na manhã e no fim do dia um pouco acima da temperatura externa e, no fim do dia, em uma região entre as mínimas e máximas externas. Visualmente tal fato caracteriza um bom desempenho em relação ao conforto térmico interno.

A temperatura da casa na rua arborizada apresentou tendência de se desenvolver com valores absolutos visualmente abaixo da casa sem arborização, fato evidenciado na medição do horário mais quente. Inclusive demonstra, nos três horários, que responde mais rápido em relação à queda da temperatura externa, como pode se notar nos dias 9, 16 e 26/5, acompanhando junto o desenvolvimento da temperatura externa, inclusive seus extremos. O atraso térmico em relação à temperatura externa se nota maior apenas no início e fim do dia, na perda de calor do meio interno, sendo às 13:30 horas com respostas quase simultâneas às variações externas.

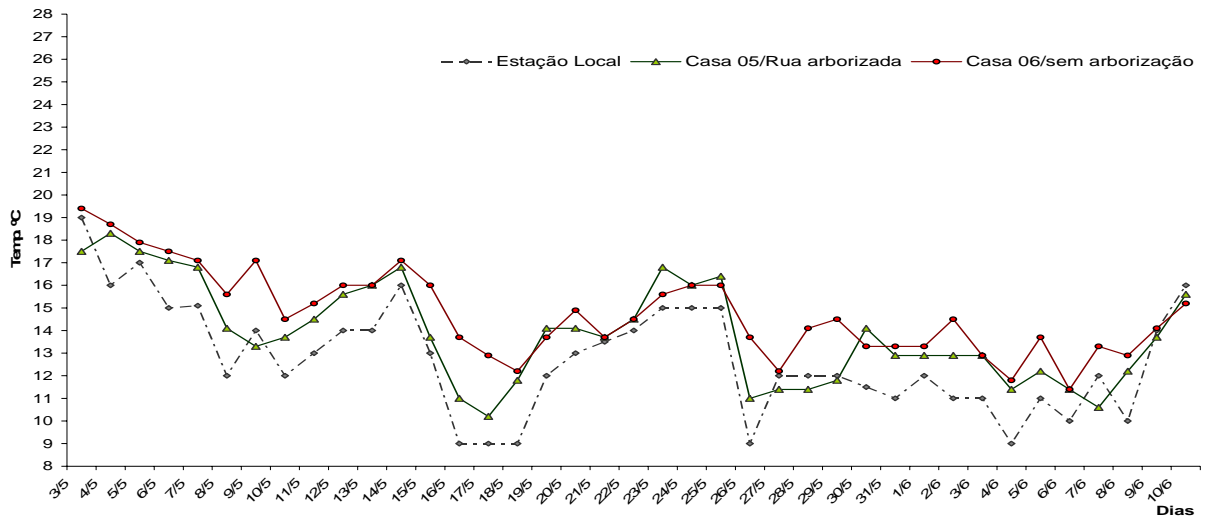


GRÁFICO 13 – TEMP. (°C) INTERNAS DAS CASAS 5 E 6 E DA ESTAÇÃO LOCAL ÀS 8:30 HORAS

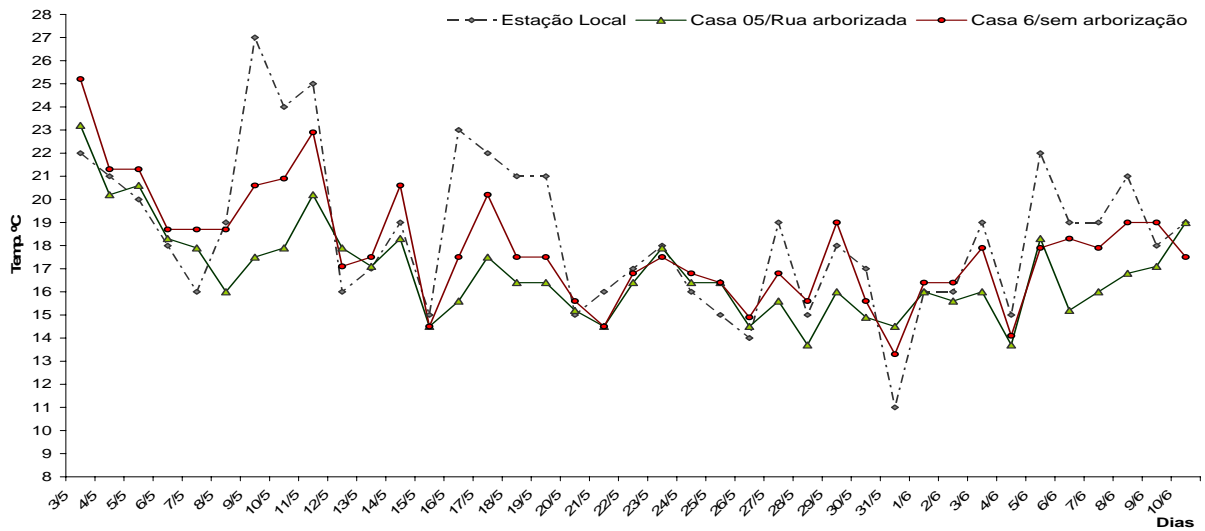


GRÁFICO 14 – TEMP. (°C) INTERNAS DAS CASAS 5 E 6 E DA ESTAÇÃO LOCAL ÀS 13:30 HORAS

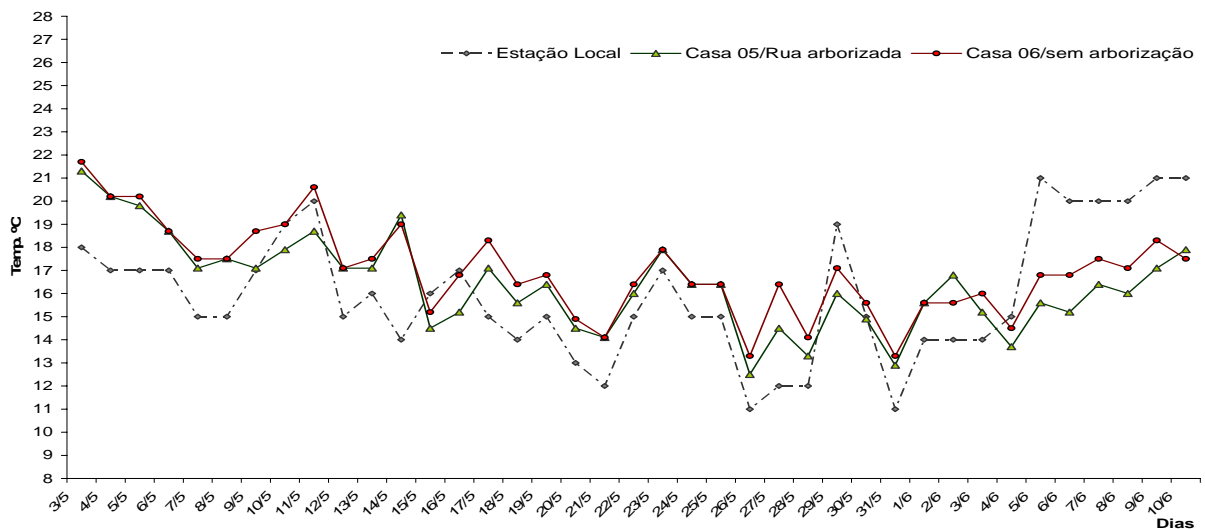


GRÁFICO 15 – TEMP. (°C) INTERNAS DAS CASAS 5 E 6 E DA ESTAÇÃO LOCAL ÀS 17:30 HORAS

É também no meio do dia que se nota menos próxima à temperatura externa, a temperatura da casa arborizada, do que em relação à da casa 06 que, com a insolação direta, chega a um diferencial simultâneo de mais de três graus centígrados, como se observa no dia 09/05. Nesta data às 13:30 horas, por exemplo, nota-se um resfriamento interno da casa 05 de 9,5°C absolutos e no período, uma média de 1,7°C, o mais significativo resfriamento neste horário verificado entre as tipologias. No entanto, trata-se da segunda menor média de temperatura também no horário mais frio, acima apenas da casa de madeira sem arborização, denotando baixo grau de conforto térmico.

5.2.4 Tecnologia construtiva com placas de concreto/câmara de ar – Unidades 07 e 08

Nota-se nos gráficos das duas residências grande variação térmica em relação ao desempenho em cada um dos 3 horários monitorados, revelando uma temperatura interna inconstante no decorrer do dia.

Na medição matutina, as temperaturas internas praticamente acompanham às do exterior, com grandes variações e sem diferença significativa entre a unidade vegetada e a outra; a pequena diferença de temperatura se nota graficamente também nos outros horários, denotando fraco indicador de conforto térmico pela ampla e rápida variação.

Apenas no último horário, a casa da rua arborizada demonstra uma temperatura mais amena do que a casa 8, fato confirmado por ser o único que aponta uma média menor do que 1°C no período (-1,7°C).

Também pode-se perceber no desenho gerado pouco ou quase nenhum atraso térmico, com as variações e extremos quase simultâneos às mudanças externas, fato que pode indicar pouco conforto devido à instabilidade da temperatura interna variando rapidamente com as alterações climáticas externas.

Ainda assim, pode-se visualizar a menor amplitude nas variações da casa 07, de rua arborizada, principalmente na hora mais quente do dia. Por exemplo, enquanto no dia 09/5 verifica-se na unidade arborizada quase 7°C abaixo da temperatura externa, a casa 08 na rua com sol pleno, está apenas cerca de 2,5°C menor. Estabelece-se uma diferença de mais de 4°C entre as unidades. Não que seja uma constante, pois verifica-se que a diferença das médias no horário é de menos de 1°C e que há diferentes respostas nos ambientes quando arborizados ou não.

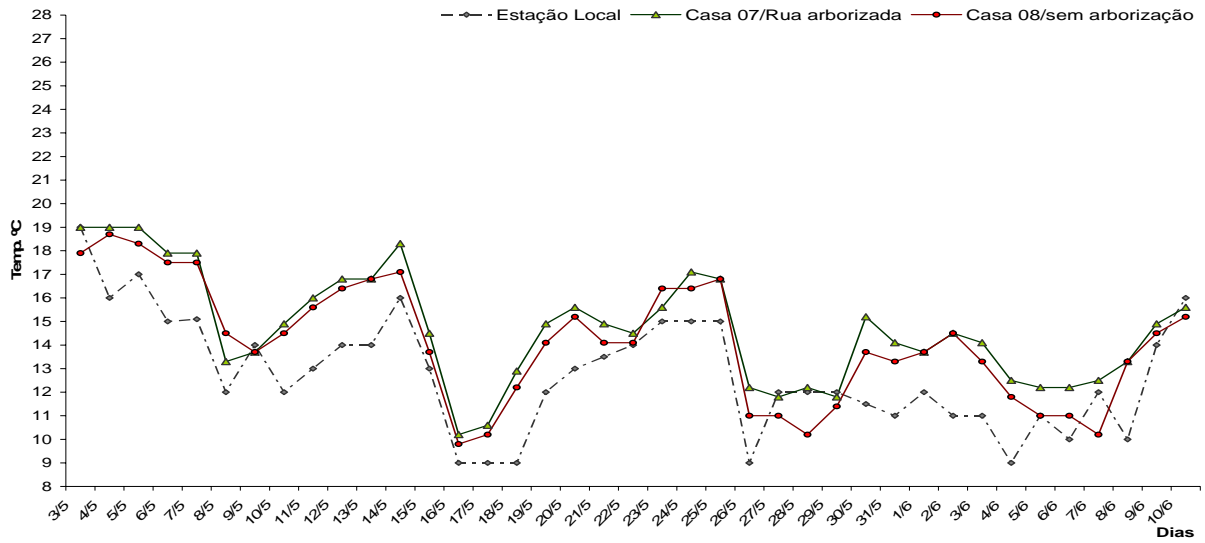


GRÁFICO 16 – TEMP. (°C) INTERNAS DAS CASAS 7 E 8 E DA ESTAÇÃO LOCAL ÀS 8:30 HORAS

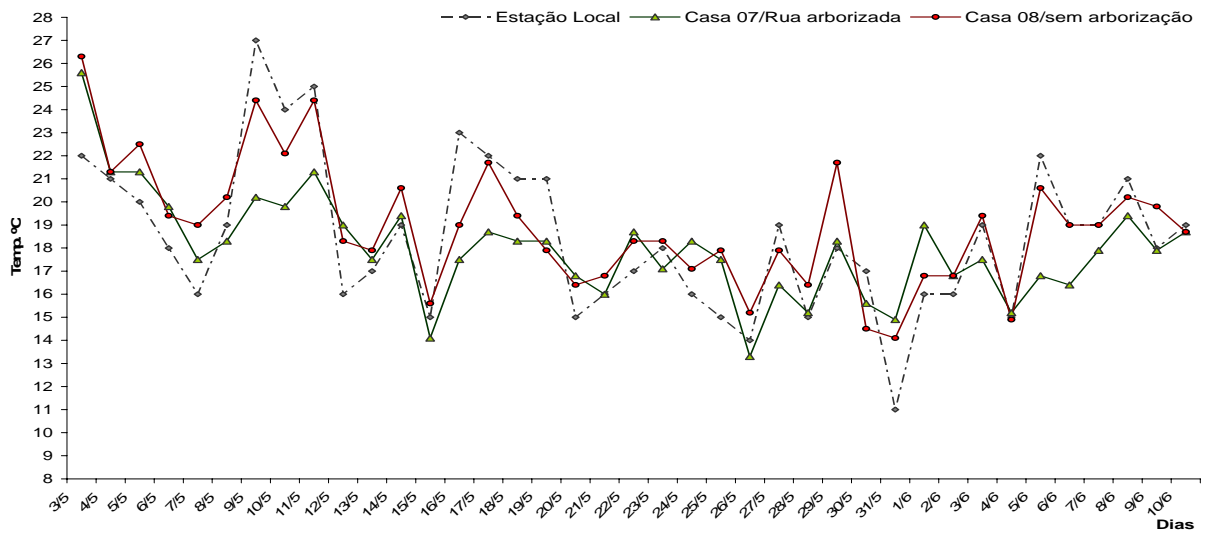


GRÁFICO 17 – TEMP. (°C) INTERNAS DAS CASAS 7 E 8 E DA ESTAÇÃO LOCAL ÀS 13:30 HORAS

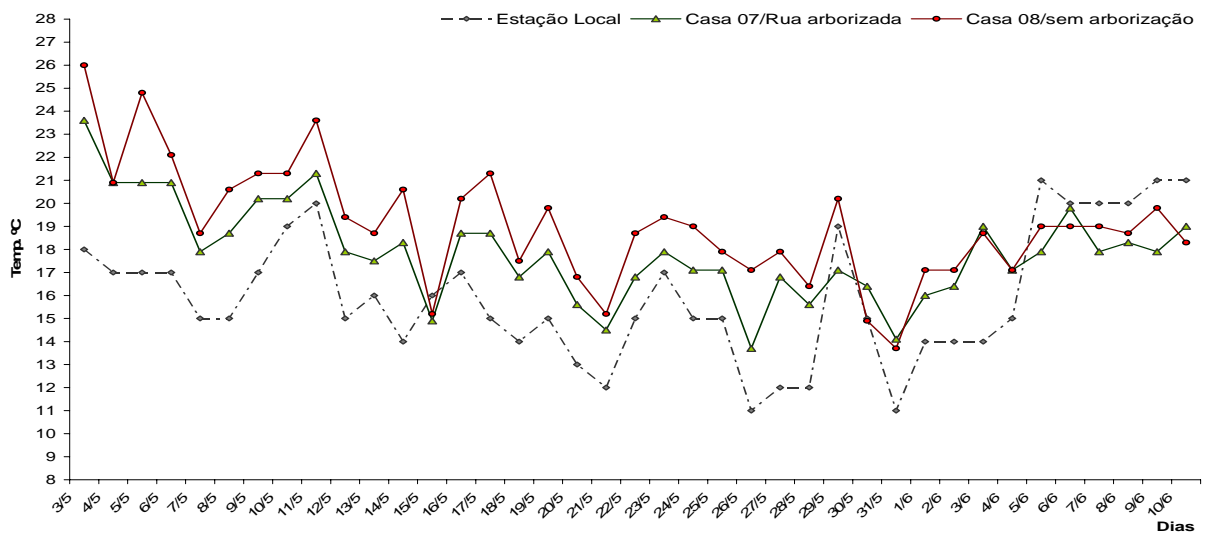


GRÁFICO 18 – TEMP. (°C) INTERNAS DAS CASAS 7 E 8 E DA ESTAÇÃO LOCAL ÀS 17:30 HORAS

5.2.5 Análise com base no fator decremental e temperatura média dos 3 horários de medição.

Ao analisar-se as temperaturas neste trabalho, além de apenas visualizar médias e absolutas, preconizou-se no item 2.2 levar em consideração a amplitude da variação das temperaturas que o usuário terá de assimilar nos espaços internos, quando da variação do ambiente externo.

O Fator Decremental (μ) (CRUZ et al., 2007), importante parâmetro para análise do desempenho térmico do ambiente interno, expressa um coeficiente de variação da amplitude interna relativamente à amplitude externa. Esse coeficiente é, assim, o quociente entre ambas as amplitudes.

Tecnologia construtiva com Tijolos				Tecnologia construtiva de Madeira			
	Estação Local	Un.1/arborizada	Un.2/insolada		Estação Local	Un.3/arborizada	Un.4/insolada
Tmax	19,00	21,07	20,70	Tmax	19,00	22,9	22,63
Tmin	9,00	13,70	13,44	Tmin	9,00	14,33	13,2
Tmed	13,00	16,36	16,32	Tmed	13,00	17,46	16,44
dT	10,00	7,37	7,26	dT	10,00	8,57	9,43
dT-dTe		-2,63	-2,74	dT-dTe		-1,43	-0,57
fDecml		0,74	0,73	fDecml		0,86	0,94

Tecnologia constr. de Blocos de concreto celular				Tecnologia construtiva de Placas de Concreto/ar			
	Estação Local	Un.5/arborizada	Un.6/insolada		Estação Local	Un.7/arborizada	Un.8/insolada
Tmax	19,00	20,67	22,10	Tmax	19,00	22,73	23,40
Tmin	9,00	12,67	13,30	Tmin	9,00	13,07	13,7
Tmed	13,00	0,00	0,00	Tmed	13,00	0,00	0,00
dT	10,00	8,00	8,80	dT	10,00	9,66	9,70
dT-dTe		-2,00	-1,20	dT-dTe		-0,34	-0,30
fDecml		0,80	0,88	fDecml		0,97	0,97

TABELA 03 – TEMPERATURAS CARACTERÍSTICAS E FATOR DECREMENTAL DE CADA UNIDADE COM BASE NA TEMPERATURA MÉDIA DOS 3 HORÁRIOS MEDIDOS.

Onde Tmax, Tmin e Tmed são as médias das temperaturas externas e internas máximas, mínimas e médias, respectivamente. dT e dTe são as médias das amplitudes diárias observadas nas temperaturas internas e externas (estação local), respectivamente. dDecml é (μ), o fator decremental calculado para cada situação. Para cada sistema construtivo apresenta-se a média das temperaturas registradas na estação de referência local e na moradia em rua arborizada e não arborizada (em pleno sol).

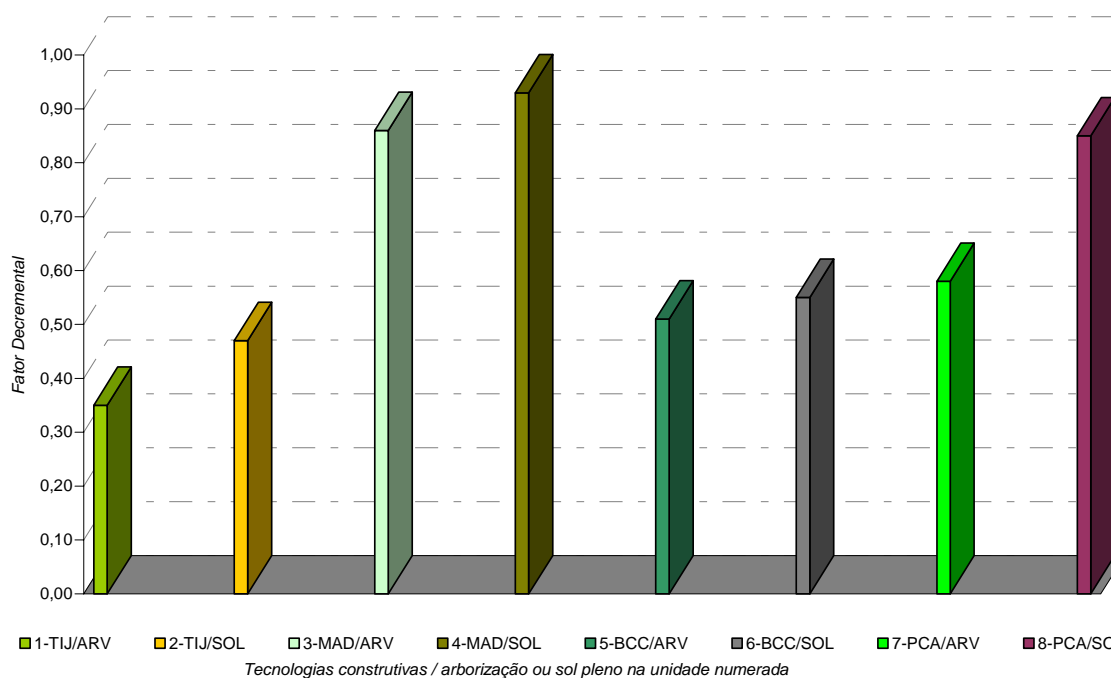


GRÁFICO 19 – FATOR DECREMENTAL ENTRE UNIDADES ARBORIZADAS E EM PLENO SOL

Verifica-se no gráfico acima que todas unidades arborizadas apresentaram um fator decremental mais baixo. Isto demonstra de maneira concisa que possuem menor variação da amplitude da temperatura interior, comparada com as residências sem arborização - em relação à variação da amplitude da temperatura externa. Considerando conceitos de Cruz et al. (2007) citados no capítulo 2.2, neste caso as casas arborizadas apresentaram melhor desempenho térmico, devido à menor variação de temperatura que o morador teria que assimilar dentro da unidade em relação à variação da temperatura externa.

5.2.6 Análise com base no fator decremental do período de maiores amplitudes térmicas.

No período entre 8:30 horas e 13:30 horas foram verificadas as maiores variações nas amplitudes térmicas, por isso optou-se por analisar, através do Gráfico 20, com correspondente avaliação na Tabela 6, o desempenho térmico das unidades, considerando-se o conceito do fator decremental. Aparentemente, com este critério, as unidades de tijolos cerâmicos e a de blocos de concreto celular teriam apresentado melhor desempenho.

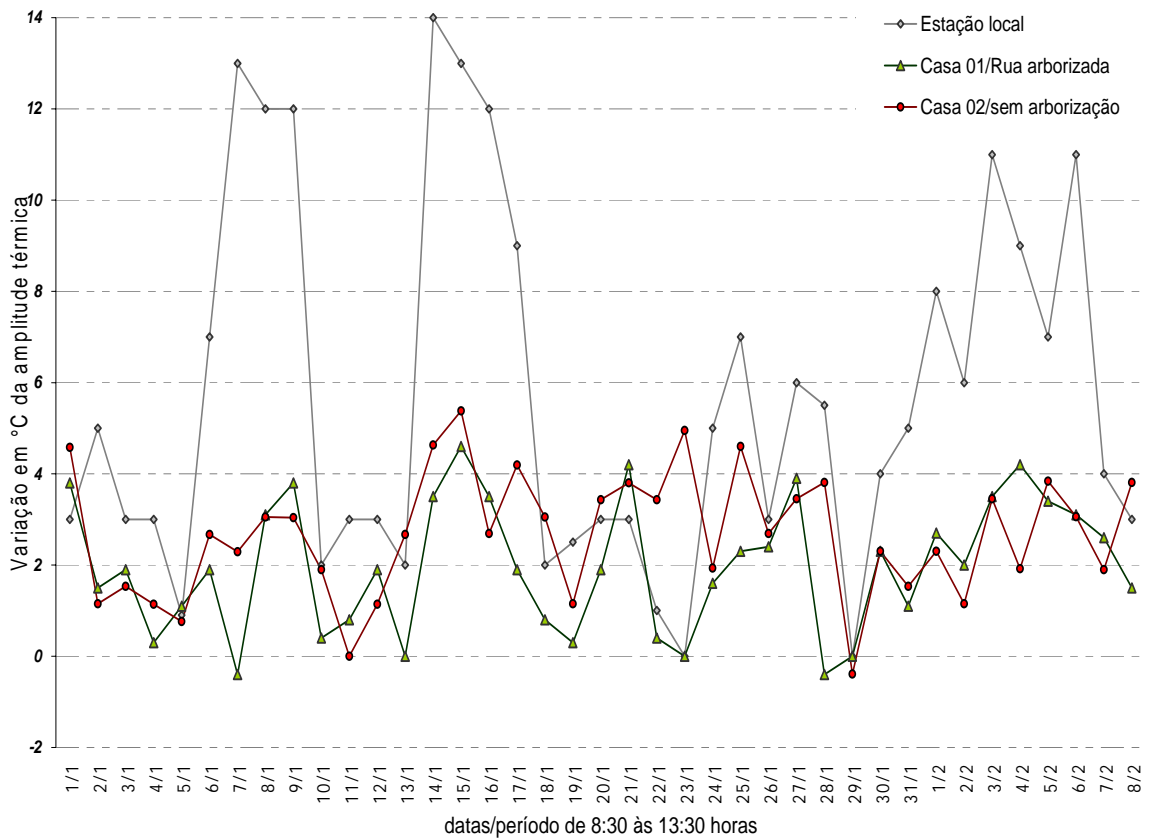


GRÁFICO 20 – VARIAÇÃO DAS AMPLITUDES (°C) INTERNAS NAS UNIDADES DE TIJOLOS CERÂMICOS (CASAS 01 E 02) E EXTERNA NA ESTAÇÃO LOCAL

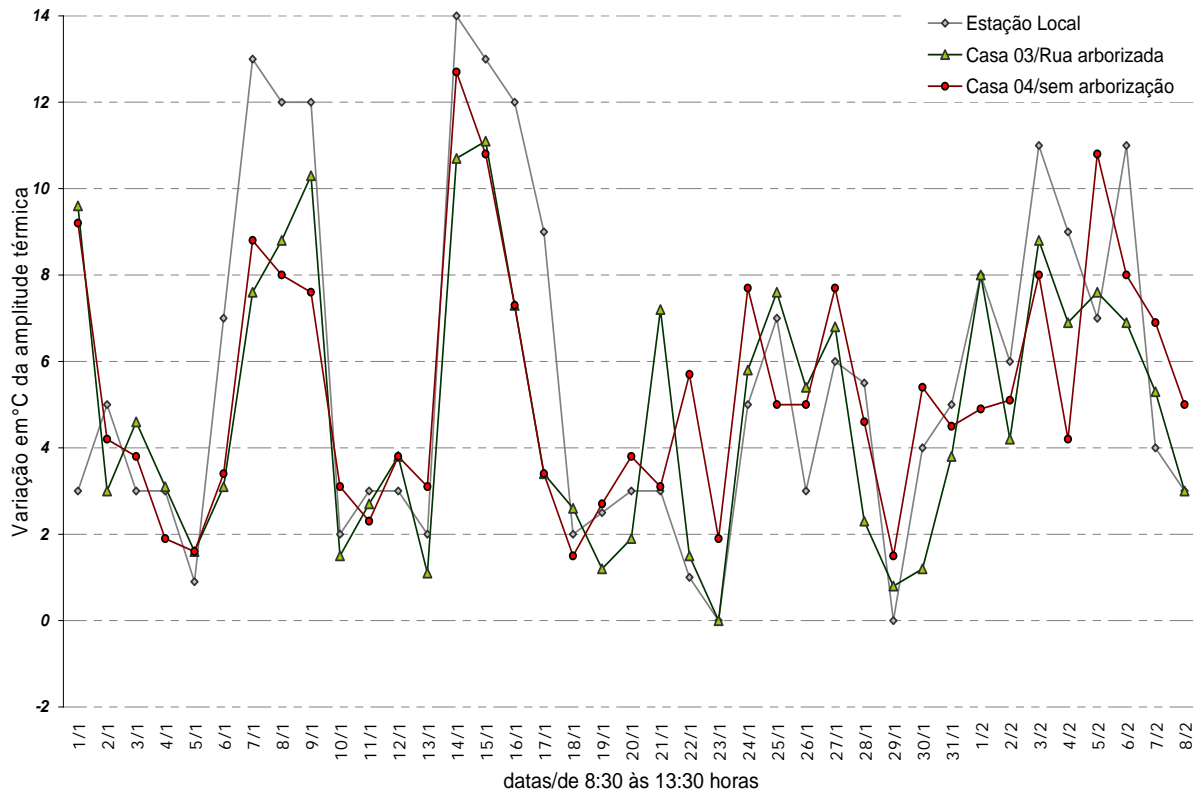


GRÁFICO 21 – VARIAÇÃO DAS AMPLITUDES (°C) INTERNAS NAS UNIDADES DE MADEIRA (CASAS 03 E 04) E EXTERNA NA ESTAÇÃO LOCAL

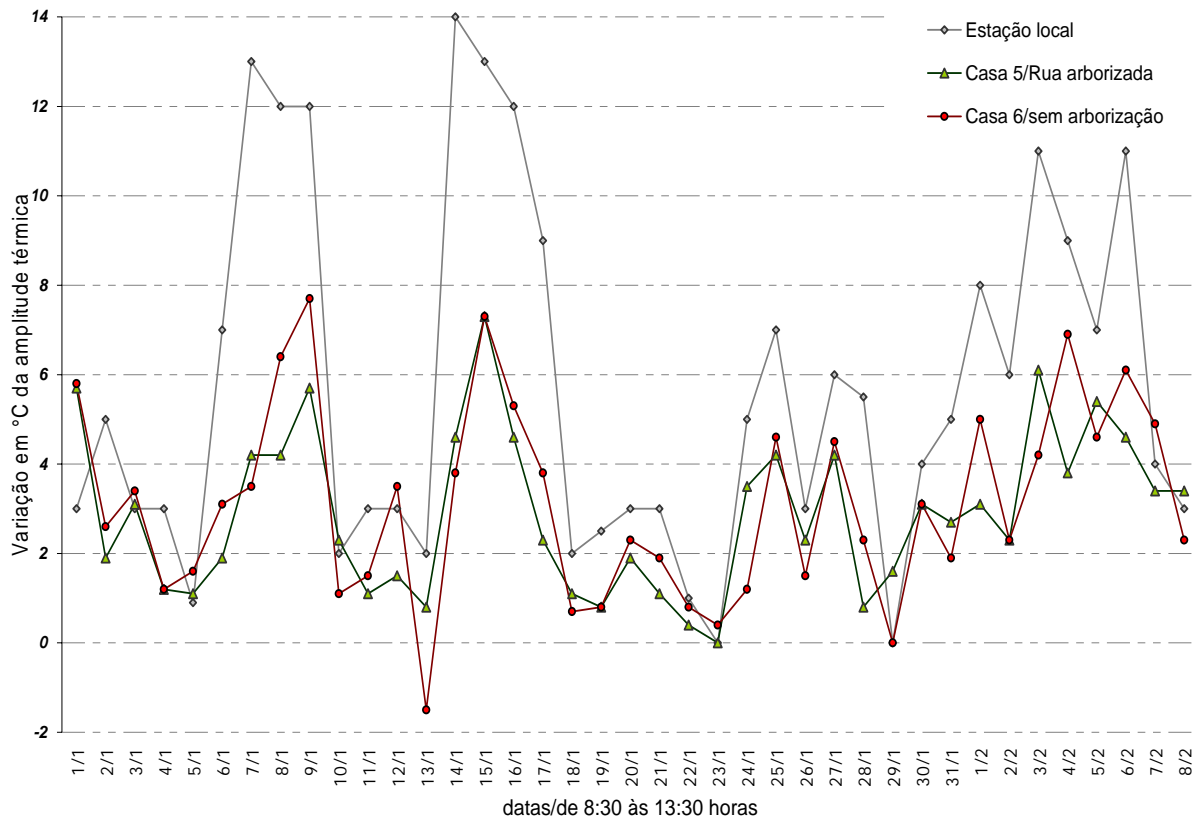


GRÁFICO 22 – VARIAÇÃO DAS AMPLITUDES (°C) INTERNAS NAS CASAS DE BLOCOS DE CONCRETO CELULAR (CASAS 5 E 6) E EXTERNA NA ESTAÇÃO LOCAL

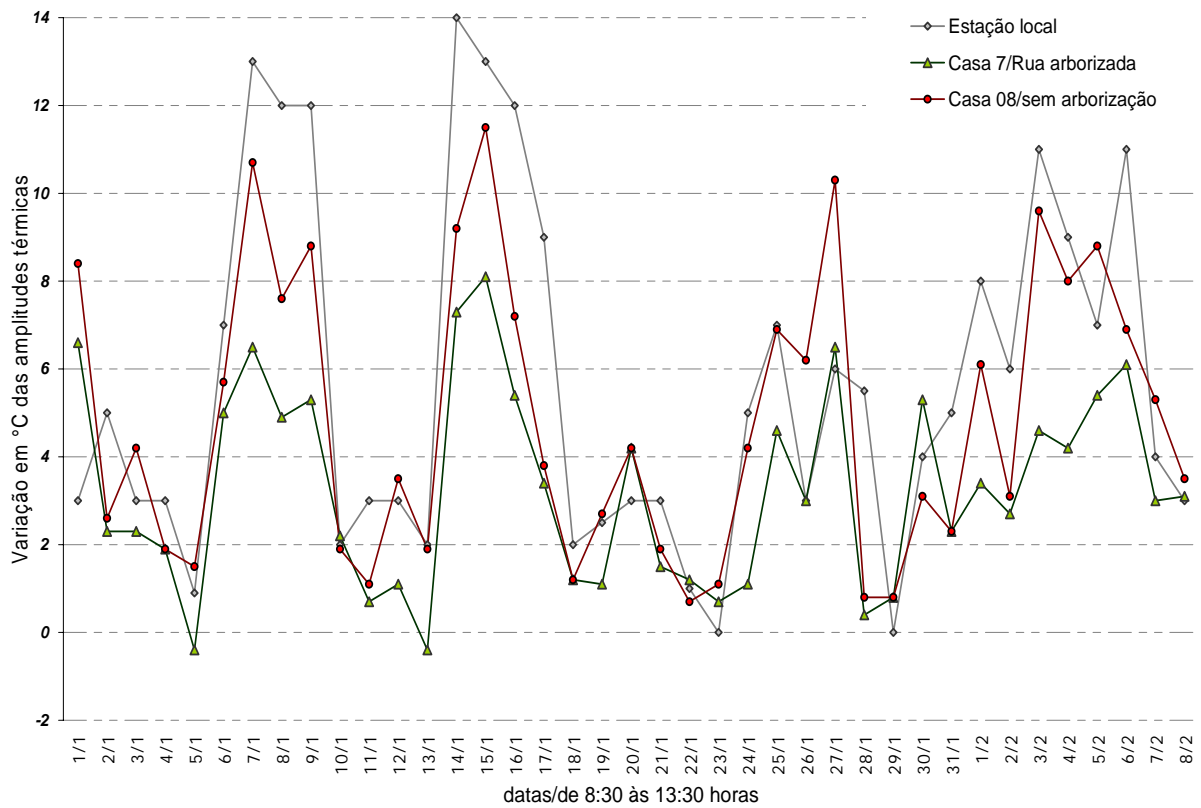


GRÁFICO 23 – VARIAÇÃO DAS AMPLITUDES (°C) INTERNAS NAS CASAS DE PLACAS DE CONCRETO (CASAS 7 E 8) E EXTERNA NA ESTAÇÃO LOCAL

TABELA 04 – AMPLITUDES E FATOR DECREMENTAL NAS UNIDADES

Variação em °C da amplitude térmica média - das 8:30 às 13:30 horas/Unidade								
Tecnologia Construtiva >	TUJOLO		MADEIRA		BLOCO Concreto Cel.		PLACA Concreto/ar	
Externa/Est°. Local	1- R.Arbº.	2- R.Sol	3- R.Arbº.	4- R.Sol	5- R.Arbº.	6- R.Sol	7- R.Arbº.	8- R.Sol
5,7	2,0	2,7	4,9	5,3	2,9	3,1	3,3	4,9
fator decremental	0,35	0,47	0,86	0,94	0,51	0,55	0,58	0,85

Nota-se graficamente que as curvas das outras duas unidades praticamente acompanham a temperatura externa, além de apresentarem estatisticamente os maiores fatores decrementais: coeficientes de 0,94 e 0,85, ambas em ruas sem arborização sendo respectivamente as unidades de madeira e de placas de concreto.

Inversamente, e demonstrando um conciso efeito da vegetação, os menores índices por tipo de tecnologia registrados foram na rua arborizada (0,35 na unidade de tijolos e 0,51 na de bloco de concreto), sistemas construtivos que demonstraram melhor desempenho também devido ao atraso térmico constatado nas curvas dos respectivos gráficos.

A mostra direta dos dados nas tabelas indicam um melhor desempenho térmico das unidades de madeira tanto na área arborizada quanto na área sem vegetação, a partir de parâmetros que considerem a porcentagem de horas atribuídas dentro de um espectro pré-estabelecido de bons níveis de conforto térmico para Curitiba, como análises baseadas em cartas psicrométricas de Givoni. No entanto, são estas unidades apresentam a maior média de amplitude térmica no período (quase 11°C, contrastando com menos de 8°C, por exemplo, das unidades de tijolos), o que pode por outros parâmetros indicar desempenho não satisfatório. Valores absolutos menores verificados em algumas unidades podem ser atribuídos à vegetação, conforme já observado; porém, devido às baixas temperaturas registradas no período, representariam indícios de baixo desempenho para uma cidade com as características de clima mais frio ou ameno, como Curitiba, se analisados em relação às temperaturas mínimas consideradas para um bom índice de conforto.

Neste caso, o fato de se verificar valores mais elevados de temperatura absoluta poderia indicar para Curitiba que uma tecnologia construtiva, ou uma massa arbórea como barreira de ventos que refrigerem o ambiente, apresente melhor desempenho térmico, mas tais condições devem ser analisadas conjuntamente em relação às amplitudes da variação térmica interna face à externa.

Contatou-se, de uma maneira geral, que, na unidade de tijolos e na de placas de concreto, as temperaturas registradas no decorrer do período geraram amplitudes menores em ruas arborizadas do que naquelas sem vegetação (amplitudes médias em °C). Isto ocorreu possivelmente devido à menor exposição à radiação solar direta e ao efeito de barreira aos ventos, efeitos aliados à influência microclimática da evapotranspiração, com decorrente aumento do teor de umidade do ar local e maior estabilidade da temperatura. Porém, tal fato ficou mais evidente nos gráficos com valores absolutos anteriormente apresentados, e não se vislumbrou uma relação direta provavelmente devido às diversas variáveis componentes da complexidade na escala microclimática.

5.3 ANÁLISE DO EFEITO DA VEGETAÇÃO NAS TEMPERATURAS DAS VIAS ADJACENTES POR TRANSECTO

Juntamente com a apresentação dos gráficos estão os dados que os originaram, obtidos nos transectos, relacionados nas Tabelas de 08 a 13. Servem como base para comparação dos valores de temperatura nos diferentes pontos, permitindo-se assim uma avaliação quantitativa de dados numéricos e comparativa com as colunas lado a lado nos gráficos. Representam os pontos percorridos nos transectos, nos períodos de 18 a 19 de Maio e de 05 a 07 de Junho de 2004, tendo sido medidos os pontos do percurso arborizado duas vezes (no início e fim da medição), e uma vez em passagem intermediária os pontos das ruas sem arborização, conforme apresentado no mapa 04 do item 4.3.2.2. Ambos percursos contemplaram pisos de diferentes coberturas: grama, concreto e asfalto.

5.3.1 Resultados das medições expressos para avaliação

Nos gráficos 24 a 29 podem ser observadas, embora não regulares, determinadas relações quanto às variáveis e locais, sendo a visualmente mais significativa a evolução do ganho térmico por radiação solar no decorrer de apenas uma hora de insolação. Diferenças de valores menos visíveis nos gráficos podem ser constatados nas tabelas 05 a 10, apresentadas na seqüência.

❖ Período de 18 a 19 de Maio de 2004

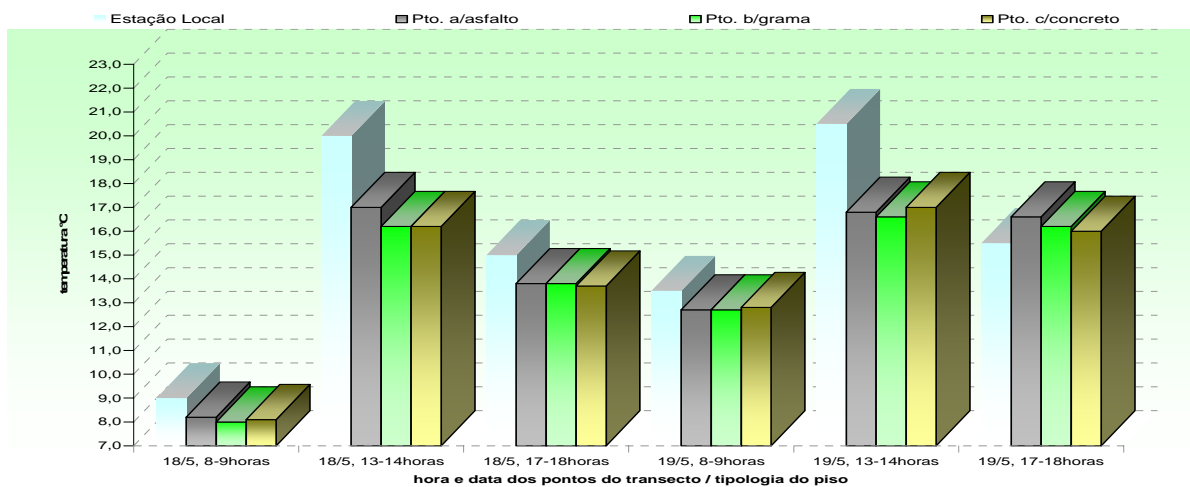


GRÁFICO 24 - PERCURSO DOS PONTOS A, B, C (PASSAGEM INICIAL – RUA ARBORIZADA)

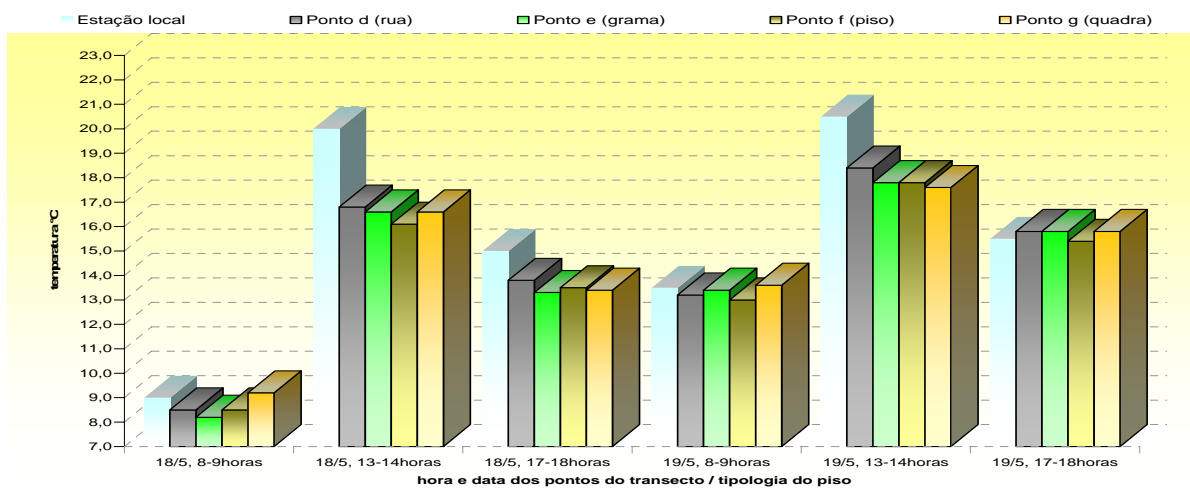


GRÁFICO 25 - PERCURSO DOS PONTOS D, E, F, G (RUA EM PLENO SOL)

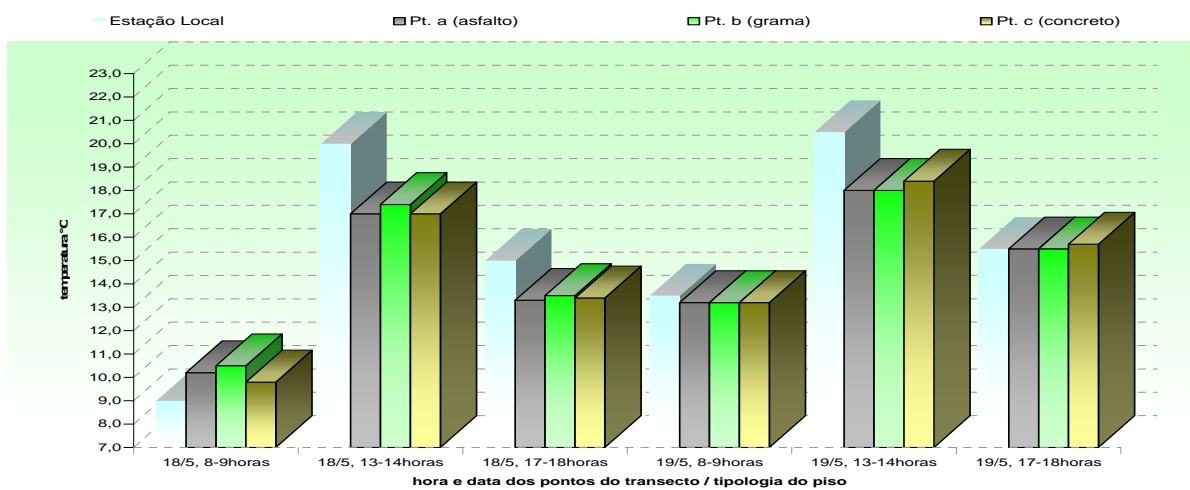


GRÁFICO 26 - PERCURSO DOS PONTOS A', B', C' (PASSAGEM FINAL – RUA ARBORIZADA)

A seguir, a representação em tabelas dos dados obtidos no período, referente aos gráficos 24 a 26

❖ **rua arborizada, passagem inicial**

TABELA 05 - PERCURSO DOS PONTOS A, B, C – VALORES NOMINAIS DE T°C

data/hora	18/5, 8-9horas	18/5, 13-14horas	18/5, 17-18horas	19/5, 8-9horas	19/5, 13-14horas	19/5, 17-18horas	média
Estação Local	9,0	20,0	15,0	13,5	20,5	15,5	15,58
Pt. <i>a</i> (asfalto)	8,2	17,0	13,8	12,7	16,8	16,6	14,18
Pt. <i>b</i> (grama)	8,0	16,2	13,8	12,7	16,6	16,2	13,92
Pt. <i>c</i> (concreto)	8,1	16,2	13,7	12,8	17,0	16,0	13,97

❖ **rua em pleno sol**

TABELA 06 - PERCURSO DOS PONTOS D,E,F,G – VALORES NOMINAIS DE T°C

data/hora	18/5, 8-9horas	18/5, 13-14horas	18/5, 17-18horas	19/5, 8-9horas	19/5, 13-14horas	19/5, 17-18horas	media
Estação local	9,0	20,0	15,0	13,5	20,5	15,5	15,58
Ponto <i>d</i> (asfalto)	8,5	16,8	13,8	13,2	18,4	15,8	14,42
Ponto <i>e</i> (grama)	8,2	16,6	13,3	13,4	17,8	15,8	14,18
Ponto <i>f</i> (concreto)	8,5	16,1	13,5	13,0	17,8	15,4	14,05
Ponto <i>g</i> (quadra)	9,2	16,6	13,4	13,6	17,6	15,8	14,4

❖ **rua arborizada, passagem final**

TABELA 07 - PERCURSO DOS PONTOS A', B', C' – VALORES NOMINAIS DE T°C

data/hora	18/5, 8-9horas	18/5, 13-14horas	18/5, 17-18horas	19/5, 8-9horas	19/5, 13-14horas	19/5, 17-18horas	média
Estação Local	9,0	20,0	15,0	13,5	20,5	15,5	15,58
Pt. <i>a</i> (asfalto)	10,2	17,0	13,3	13,2	18,0	15,5	14,53
Pt. <i>b</i> (grama)	10,5	17,4	13,5	13,2	18,0	15,5	14,68
Pt. <i>c</i> (concreto)	9,8	17,0	13,4	13,2	18,4	15,7	14,58

❖ Período de 05 a 07 de Junho de 2004

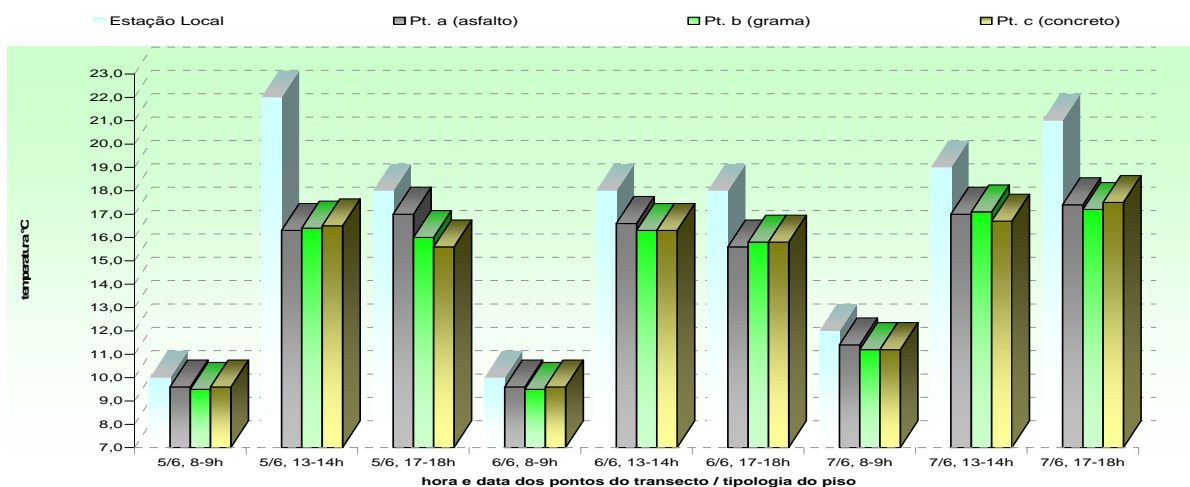


GRÁFICO 27 - PERCURSO DOS PONTOS A, B, C (PASSAGEM INICIAL – RUA ARBORIZADA)

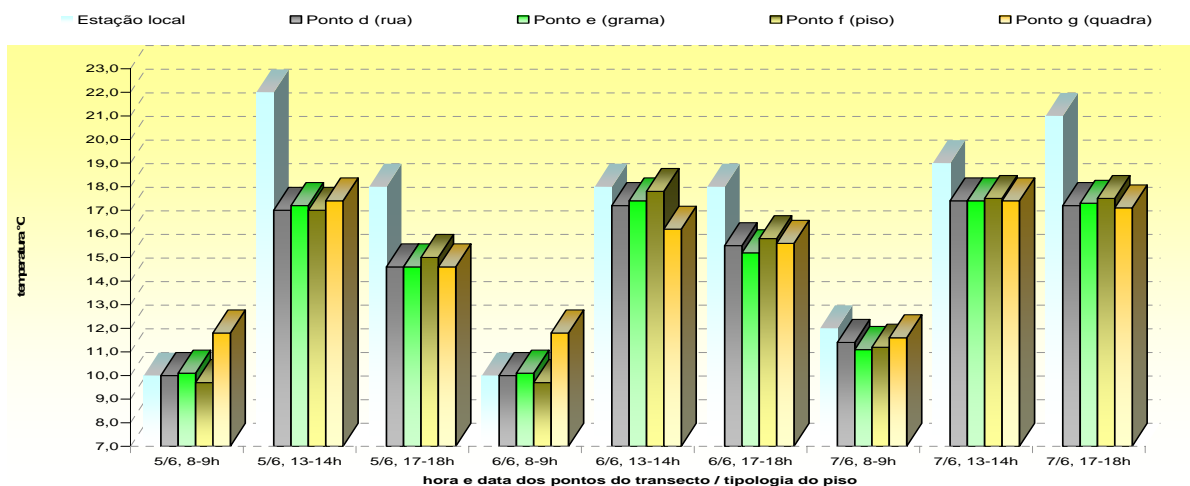


GRÁFICO 28 - PERCURSO DOS PONTOS D, E, F, G (RUA EM PLENO SOL)

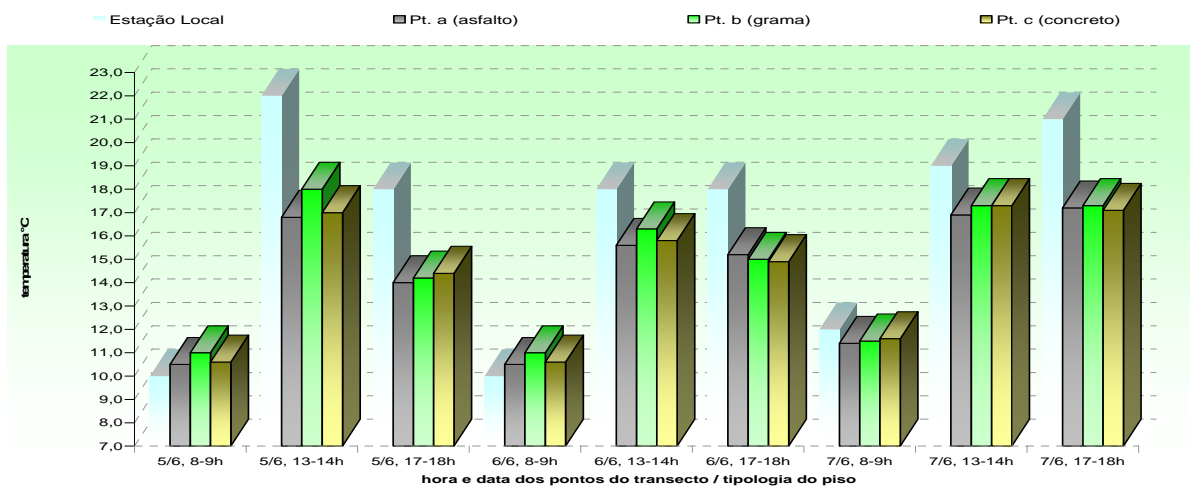


GRÁFICO 29 - PERCURSO DOS PONTOS A', B', C' (PASSAGEM FINAL – RUA ARBORIZADA)

A seguir, a representação em tabelas dos dados obtidos no período, referente aos gráficos 27 a 29

❖ **rua arborizada, passagem inicial**

TABELA 08 - PERCURSO DOS PONTOS A, B, C – VALORES NOMINAIS DE T°C

data/hora	5/6, 8-9h	5/6, 13-14h	5/6, 17-18h	6/6, 8-9h	6/6, 13-14h	6/6, 17-18h	7/6, 8-9h	7/6, 13-14h	7/6, 17-18h	média°C
Estação Local	100	220	180	100	180	180	12	190	210	164
Pt. a (asfalto)	96	163	170	96	166	156	114	170	174	145
Pt. b (grama)	95	164	160	95	163	158	112	171	172	143
Pt. c (concreto)	96	165	156	96	163	158	112	167	175	143

❖ **rua em pleno sol**

TABELA 09 - PERCURSO DOS PONTOS D,E,F,G – VALORES NOMINAIS DE T°C

data/hora	5/6, 8-9h	5/6, 13-14h	5/6, 17-18h	6/6, 8-9h	6/6, 13-14h	6/6, 17-18h	7/6, 8-9h	7/6, 13-14h	7/6, 17-18h	média°C
Estação local	10,0	22,0	18,0	10,0	18,0	18,0	12,00	19	21,0	16,4
Ponto d (asfalto)	10,0	17,0	14,6	10,0	17,2	15,5	11,40	17,4	17,2	14,5
Ponto e (grama)	10,1	17,2	14,6	10,1	17,4	15,2	11,10	17,4	17,3	14,5
Ponto f (concreto)	9,7	17,0	15,0	9,7	17,8	15,8	11,20	17,5	17,5	14,6
Ponto g (quadra)	11,8	17,4	14,6	11,8	16,2	15,6	11,6	17,4	17,1	14,8

❖ **rua arborizada, passagem final**

TABELA 10 - PERCURSO DOS PONTOS A', B', C' – VALORES NOMINAIS DE T°C

data/hora	5/6, 8-9h	5/6, 13-14h	5/6, 17-18h	6/6, 8-9h	6/6, 13-14h	6/6, 17-18h	7/6, 8-9h	7/6, 13-14h	7/6, 17-18h	média°C
Estação Local	100	220	180	100	180	180	12	190	210	1644
Pt. a (asfalto)	105	168	140	105	156	152	114	169	172	1423
Pt. b (grama)	110	180	142	110	163	150	115	173	173	1462
Pt. c (concreto)	106	170	144	106	158	149	116	173	171	1437

Pela apreciação dos gráficos 25 a 30 e respectivas tabelas, onde estão registrados os dados dos transectos efetuados, percebe-se variações relacionadas não só ao horário, mas também em relação à vegetação e à cobertura dos solos (pisos). Trata-se de uma variação não totalmente linear em relação a estas condicionantes, mas é possível verificar o comportamento da temperatura ambiente junto aos diferentes pisos, sob influência das temperaturas superficiais destes. Tal variação é principalmente visualizada nos gráficos, onde se constatarem valores absolutos relacionados à presença ou ausência do sombreamento pela arborização, como mostram também as tabelas.

Pode-se avaliar o fato da relação não ser constante e linear pressupondo outros fatores locais que causem influências e, embora não prevaleçam nos resultados, podem implicar em alterações significativas. Trata-se da presença de corredores de vento em forma de massas de ar com temperaturas transformadas por fontes de calor ou resfriamento e/ou umidade, construções adjacentes diferenciadas etc.

Percebe-se variações relacionadas não só ao horário, mas em relação à vegetação e à cobertura dos solos. No transecto, percebe-se que os pontos do percurso de **a** até **c**, que ficam na rua arborizada, permanecem em média com valores menores de temperatura do que os das ruas sem arborização, percurso de **d** até **g**. Porém, na segunda passagem (percurso **a'** até **c'**), tais valores já suplementam os dos pontos sob sol pleno, resultado do ganho térmico de uma hora de radiação solar, mesmo difusa.

No período dos dias 05 a 07 de junho de 2004, tais comportamentos também se repetem, com poucas variações. As diferenças entre os valores de temperatura entre a rua arborizada e a sem arborização, assim como os diferentes tipos de solo, apresentam-se com valores de 0,4 a 3°C de defasagem no transecto.

Em maio, a temperatura se encontra em ascensão, provavelmente devido ao enfraquecimento da massa que ingressou com uma frente fria cerca de uma semana antes das medições. Resulta que no final do transecto do dia 19 de maio de 2004, as temperaturas já estão bem mais elevadas do que no dia anterior, como pode ser observado em todos os pontos. Como nos outros transectos, evidencia-se no dia 18 que a temperatura verificada na segunda passagem da rua arborizada teve rápido aquecimento.

Além disso, verifica-se também que os pisos calçados em áreas sem arborização passam a apresentar maior ganho térmico no final do dia. Este fato pode ser observado nos pontos **c** (13-14h) e **c'** do dia 19 de maio de 2004. Nas demais medições deste transecto, permaneceu mais frio ou igual a pisos gramados, provavelmente influência de corrente de ar fria provinda de área com árvores no meio da quadra adjacente. Pelo mesmo motivo, no período de maio do transecto, a temperatura próxima ao piso da quadra de esportes também não apresentou o diferencial esperado.

A partir da metade do dia 19 de maio de 2004, o ponto **d** sobre o asfalto começa a mostrar significativa variação para maior que o ponto **a** na rua arborizada, também meio da rua asfaltada; neste transecto, exceto no final do horário da manhã do dia 18 e à tarde no dia 19, a temperatura medida na estação local de referência esteve acima das medidas nos outros pontos no mesmo horário.

Na continuidade dos transectos no período de junho, a temperatura também apresentou-se estável, com pequena ascensão, supostamente devido à tropicalização da massa trazida pela frente fria que penetrou nos cinco dias anteriores, como pode se verificar nos gráficos. Observou-se aparentemente menores valores dos pontos junto a espaços vegetados do que em pleno sol (percurso inicial dos pontos **b** e **c** em relação aos pontos **e** e **f**).

O piso da quadra demonstra maiores temperaturas não só em relação ao percurso arborizado, como também entre os outros pontos da área sob sol pleno no dia 05 de junho de 2004 pela manhã e no meio do dia e no dia 06 e 07 de junho pela manhã. Junto ao piso cimentado (ponto **f**), no percurso sem arborização, a temperatura também se mostrou quase sempre mais elevada do que praticamente todos os outros pontos, exceto o da quadra como acima citado.

Apesar dos períodos da manhã se apresentarem mais frios, pode ser constatada uma pequena influência na variação da temperatura ambiente com a presença da vegetação, porém pouco significativa se comparada com a nítida alteração da temperatura nos períodos do meio do dia e tarde. Tal fato provavelmente se atribui à contribuição da rápida absorção e acúmulo da radiação solar direta, mais intensa nestes horários, difundindo-se para o ambiente imediato.

5.4 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TIPO DE COBERTURA DE SOLO

Considerou-se a importância desta análise no presente estudo devido à contribuição de energia térmica ao ambiente relacionada ao albedo de cada piso: diferentes características do chão irão influir na quantidade de radiação solar absorvida por essa superfície que, por sua vez, irá converter-se em energia térmica, aumentando imediatamente a temperatura do ar que está em seu contato; também, estes pisos irão emitir energia infravermelha aquecendo outros componentes construtivos e o ar circundante.

Os pisos dos locais monitorados apresentam essas diferentes características com maior ou menor presença, dependendo dos aspectos adotados pela urbanização e pelos usuários: asfalto, concreto, grama e terra, foram as coberturas principalmente verificadas, e assim escolhidas para o experimento.

5.4.1 Resultados obtidos pela medição das temperaturas superficiais sob radiação solar direta

O gráfico a seguir representa a evolução horária de 15 em 15 minutos das temperaturas da superfície dos solos juntamente com a medida no ambiente (à altura de 1,50m), em °C. A radiação que está plotada na imagem representa apenas a evolução gráfica no mesmo período obtida por dados fornecidos pelo SIMEPAR, na estação de Pinhais.

Assim, não indica escala representativa em °C no eixo, nem valores nominais em W/m^2 , apenas o desempenho da respectiva curva para bases comparativas de sua evolução em relação às outras curvas.

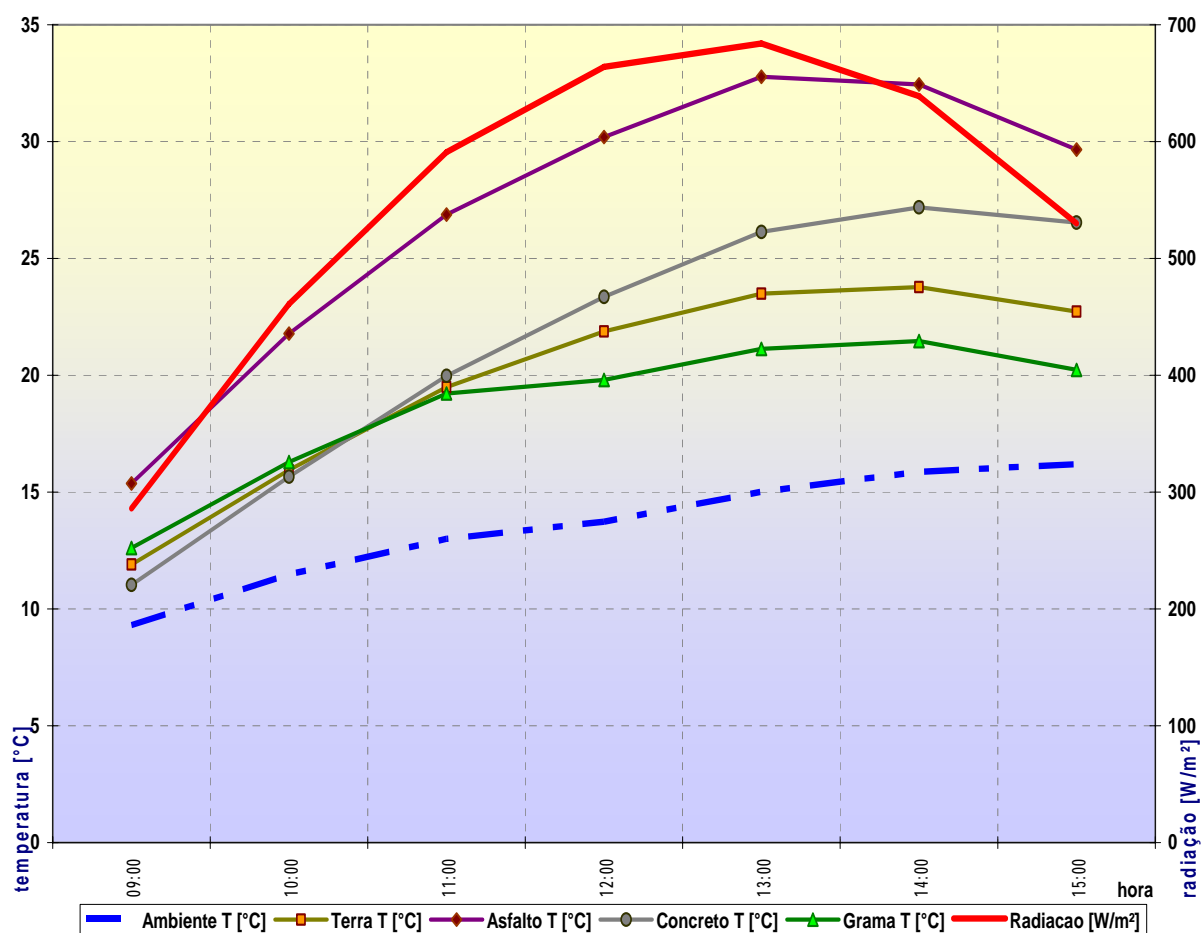


GRAFICO 31 – EVOLUÇÃO DAS TEMPERATURAS DOS SOLOS x RADIAÇÃO SOLAR

Analicamente, pode-se observar que:

- ❖ todas temperaturas, superficiais e do ambiente, evoluem proporcionalmente à alteração da radiação solar;
- ❖ para o período monitorado, as temperaturas dos diversos tipos de solo sempre se encontraram acima da temperatura ambiente, para a qual neste caso cedem calor;
- ❖ demonstrou-se também nos resultados que, enquanto o gráfico evidencia a regularidade da variação da temperatura em função do tipo de superfície e do tempo de exposição à radiação solar, os pontos do transecto, com tipos de piso semelhantes, não apresentaram o mesmo desempenho coerente, por estarem sob a influência dos outros fatores ali caracterizados.
- ❖ as maiores variações e amplitudes térmicas se dão para o piso de asfalto;
- ❖ as menores amplitudes também obedecem a hierarquia, sendo a menor a da grama (10,2°C) e a maior do asfalto (19,3°C) com significativa diferença de 9,1 °C;
- ❖ a variação da temperatura superficial do piso com grama é a mais baixa dos quatro tipos de cobertura de solo estudados, ocorrendo o mesmo com sua amplitude térmica diária;
- ❖ no solo vegetado com grama, entre 11 e 14 horas (período da posição aparente do sol mais alta), percebe-se nitidamente que a temperatura permanece com pequena variação média, tendendo a estável - enquanto no decorrer de quase todo este horário, todos os outros pisos apresentaram tanto aumento contínuo da temperatura quanto valores absolutos maiores até o fim da medição;
- ❖ no solo vegetado com grama, no período da manhã pelo menos até às 10:30 horas, verificou-se apresentar temperaturas mais elevadas não só do que a ambiente, mas também nos solos de concreto e com cobertura de terra. Tal desempenho também foi apresentado no ambiente interno das casas em ruas arborizadas (exceto a de bloco de concreto celular) onde, no período da manhã (8:30 horas), todas temperaturas registraram-se praticamente mais elevadas durante os 39 dias de monitoramento. Para um período de inverno que apresenta horas matutinas mais frias, tal fato pode ser um indício de que a presença da vegetação, independentemente do seu porte, contribui para um melhor desempenho térmico.

Pode-se comprovar a partir dos dados obtidos, a relação direta do efeito da vegetação rasteira como atenuante tanto de ganho de energia térmica como do solo vegetado responsável por menores amplitudes na emissão de calor.

Tal resultado foi comprovado também no estudo apresentado por Krüger et al. (2007), em que essa redução térmica é obtida por meio da adição de conteúdo de umidade, sendo que a quantidade de água evaporada pode resultar de um uso racional de áreas vegetadas nos ambientes urbanos, irrigadas se necessário. Tais características podem ser empregadas como instrumento a dispor do paisagismo, ou da arquitetura bioclimática, para resultados planejados. Observe-se que, em função do tipo de piso existente, a evolução diária das temperaturas superficiais refletirá na camada de ar diretamente em contato com a superfície do piso, aquecendo-a ou resfriando-a.

5.4.2 Resultados verificados pela medição da refletância

Tendo sido evidenciado nos experimentos anteriores a interferência do tipo de solo na troca térmica com o ambiente, considerou-se importante analisar a refletância nos tipos de solo do caso de estudo, sendo suas diferentes colorações uma característica física distinta que ali se apresenta.

O asfalto, nas ruas sem arborização, recebe a radiação solar direta durante a maior parte do período monitorado, e absorve maior quantidade de radiação por ter a coloração mais escura dos revestimentos do local. Considere-se que as características de superfície refletora (albedo) do solo, irão determinar sua capacidade de refletir parte da radiação solar incidente e de absorver outra parte, assim se aquecendo e emitindo radiação térmica de onda longa para o ambiente.

A refletância de cada solo foi determinada experimentalmente por meio das fotos de cada piso usado nas medições. Com a aplicação do Método do Papel Branco, cada foto foi colocada em comparação com uma folha branca e efetuada a medição de suas emissividades, com o emprego de um Luxímetro, no período noturno a fim de haver iluminação constante e homogênea, evitando a influência da luz do dia. O objetivo foi de verificar as diferentes colorações de cada piso na sua contribuição na refletância da luz solar.

Em seguida, o experimento foi repetido com a medição da refletância das mesmas imagens, porém em um monitor convencional de computador, comparadas em seguida com a imagem da tela toda branca.

Os resultados, obtidos pela fórmula

$$\rho_{\text{sup}} = 80 \times E_{\text{sup}} / E_{\text{ppb}}$$

(onde ρ_{sup} = refletância da superfície, E_{sup} = intensidade luminosa da superfície, em lux, e E_{ppb} = intensidade luminosa do papel branco, em lux), podem ser observados na tabela que se segue:

TABELA 11 – MEDIÇÃO COMPARATIVA DA REFLETÂNCIA DOS PISOS

Superfície	Fotografia / papel fosco			Monitor convencional		
	E superfície	E papel bco.	Refletância	E superfície	E tela bca.	Refletância
GRAMA	24,60	43,50	0,45	84,50	160,10	0,42
TERRA	27,40	43,50	0,50	98,60	160,10	0,49
CONCRETO	27,60	43,50	0,51	106,40	160,10	0,53
ASFALTO	23,20	43,50	0,43	66,20	160,10	0,33

Além do fato da superfície mais escura (asfalto) ter apresentado discrepância em relação aos outros resultados, não se observaram correspondências diretas com as tabelas de materiais com valores de albedo apresentadas na literatura específica como exemplificado nas tabelas 01 e 02 do item 2.2.1.

No entanto, tais divergências já foram verificadas como apontam Leder et al (2007) em artigo denominado “Determinação experimental de coeficiente de reflexão médio para superfícies verticais em um meio urbano” e citam que a partir de metodologia que empregaram, o coeficiente de reflexão médio encontrado apresenta-se acima do coeficiente de reflexão geralmente adotado para superfícies externas na simulação da luz natural, em cerca de 50%.

No caso dos resultados obtidos nesta medição, pode-se comparar com os dados de Ponce; Lohani (1994) e Oke (1978), nas tabelas acima citadas, e, como intuito do experimento, constatou-se a influência direta das diferentes superfícies analisadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns aspectos dos resultados obtidos evidenciam a relevância dos fatores abordados na análise da sua influência no conforto térmico e no desempenho energético das edificações, o que ressalta a necessidade de se adotar ações conjunturais como medidas favoráveis para que se busque um desenvolvimento com consciência ecológica visando baixos impactos ambientais desfavoráveis.

Em relação às temperaturas obtidas, à presença de vegetação e à distribuição do calor percebido junto a diferentes coberturas de solo, os diferenciais apontados nas medições mostraram-se numericamente pequenos. Porém, nas análises comparativas algumas conclusões atestaram premissas levantadas, como se pode observar nas avaliações dos dados, por exemplo, relativamente aos menores índices de amplitude térmica em áreas vegetadas e à mais rápida troca térmica em sistemas construtivos com materiais de menor inércia.

São resultados que, reforçados por experimentos citados no referencial teórico com conclusões análogas, sugerem a imprescindível adoção de metas e intervenções no planejamento urbano que contemplem elementos paisagísticos (arborização e cobertura vegetal do solo) ou tecnológicos da edificação (como os fechamentos verticais abordados no trabalho ou outros sistemas), que promovam benefícios adequados a cada característica local, na melhoria de ambientes urbanos.

Por exemplo, pelos resultados da medição das temperaturas superficiais do solo, comprovada a influência direta da radiação solar e a maior variação e amplitude térmica nas colorações mais escuras do solo, confirma-se a constatação de Cook et al. (2003), que sugeriram haver tendências de se tomar medidas de sombreamento sobre a pavimentação, na medida do possível, para locais onde se busca resfriamento da temperatura ambiente; e que a cor influencia no desempenho do material, citando que o piso de concreto com leve colorido representa melhor opção que o escuro. No experimento deste trabalho, demonstra-se ainda que o asfalto preto apresenta temperaturas superficiais mais altas do que o concreto. O estudo destes autores recomendou que em tais casos “materiais escuros devem ser evitados”.

Observando-se dados obtidos em relação às temperaturas, à presença de vegetação, à distribuição do calor percebido junto a diferentes coberturas de solo, os diferenciais apontados nas medições, separadamente, podem apresentar pequenos em valores absolutos.

Porém, considerando-se a somatória dos fatores contribuintes conjuntamente, os resultados podem ser geradores de desconforto térmico: as oscilações incômodas da temperatura num curto período do dia; um resfriamento abrupto do ambiente; o sensível aumento gradual de calor não amenizado; o ar demasiado seco pela baixa umidade relativa; a radiação solar direta, entre outros, podem causar grande desconforto. Tal sensação se reflete em *stress*, sensação de cansaço, hiperidrose, perda de atenção, como fadigas acumulativas pelo excesso do trabalho de mecanismos físico-orgânicos termo-reguladores, como citam Frota e Schiffer (1995) nos seus conceitos acerca de desconforto térmico.

Salienta-se que, apenas em condições semelhantes às que o experimento proporcionou, cada resultado pode ser diretamente aplicado: é necessário considerarem-se as características de cada local e fatores influentes para análises específicas; entretanto, mesmo sendo as constatações relativas, em conjunto e aliadas aos referenciais teóricos apresentados, reforçam os pressupostos formulados para o profuso tema.

Apesar dos equipamentos e metodologia aplicados e os procedimentos empregados se demonstrarem cientificamente válidos, outros aparelhos poderiam ser sugeridos, em outras pesquisas, que tenham maior rigor de precisão e de tecnologia de apreensão e armazenamento de dados, com o avanço das inovações – já que o extenso tema pode ser continuamente explorado. Nas análises comparativas, algumas conclusões atestaram premissas levantadas no capítulo 1.3, como pode se observar nas avaliações dos dados. Também quanto aos fatores estudados, por estarem ligados à qualidade de vida, ao conforto do morador, evidenciam a importância de serem privilegiados no planejamento de novos espaços residenciais, em incentivo às iniciativas públicas ou particulares.

A partir dos resultados aqui demonstrados, já observados nos referenciais teóricos com resultados de abrangência mais significativa, tendo este como base específica apenas o local do experimento, e considerando a compilação de análises pré-existentes de outros trabalhos aqui não comentados, poder-se-ia recomendar:

- ❖ Sugerir ações e diretrizes na intensificação do uso de tecnologias adequadas assimiláveis pela cultura popular do local privilegiando o ciclo de vida dos materiais e o custo-benefício tanto econômico como social;
- ❖ Distinguir condições representativas das particularidades do clima local para emprego de planos e ações em favor de conforto ambiental, observando os tipos de tempo predominantes no local e a evolução das condições climáticas verificadas;

- ❖ Novos experimentos que busquem mais evidências de que as habitações, além dos diferentes materiais, sofrem influência do paisagismo local – da vegetação principalmente – atestando sobre a importância da arborização urbana e áreas verdes no planejamento e projeto de novos meios edificados e seus arredores.
- ❖ O desenho urbano aproveitar as características naturais do meio, tais como a topografia, vegetação, clima, orientação solar, vento dominante, dentre outros aqui citados.

Contudo, muitos desses elementos são frequentemente colocados em segundo plano, gerando grandes problemas sócio-ambientais. A adequação de um desenho urbano ambientalmente correto, apropriado ao desenvolvimento social e cultural dos habitantes, respeitando o equilíbrio entre espaços abertos e construídos, com circulação racional e flexível, entre outros aspectos, pode propiciar um desfrute agradável e satisfatório do espaço das cidades, com microclima mais agradável, com menor impacto ambiental e com o bem estar que a natureza oferece se lhe for dada tal oportunidade. E sempre considerar-se que em tais oportunidades, além da técnica, é necessário promover a justiça social e atribuir a devida importância aos valores estéticos, lúdicos e artísticos.

(em branco)

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto de Norma 02:136.01.001** – Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 3, 2004.
- ABREU, L.V.; LABAKI, L.C. Avaliação do Raio de Influência da Vegetação no Microclima proporcionado por diferentes Espécies Arbóreas. In: IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. 2007, Ouro Preto. **Anais do IX ENCAC**. Belo Horizonte, 2007. 1 CD-ROM.
- ALLARDT, E.H. **Living, being: an alternative to the Swedish model of welfare research**. NUSSBAUM, Sen., Ed. Amartya, 1995
- ANDRADE, N.C.; RORIZ, M. Comportamento Térmico de Coberturas Verde utilizando a Grama *Brachiaria humidicola* na cidade de São Carlos, SP. In: IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. 2007, Ouro Preto. **Anais do IX ENCAC**. Belo Horizonte, 2007. 1 CD-ROM.
- BARRADAS, V.L.; TEJEDA-MARTINEZ, A.; JÁUREGUI. Energy balance measurements in a suburban vegetated area in Mexico City. **Atmospheric Environment**, v. 33, p. 4109 – 4113, 1999.
- BRASIL; MMA Ministerio do Meio Ambiente. **Cidades sustentáveis**, Agenda 21, Brasília, 2004. disponível em < <http://www.mma.gov.br>> Acesso em 12/04/2004
- CAMARGO, J.B. **Geografia Física, Humana e Econômica**. Paraná: Ed. Ideal, 2001
- CAMPOS NETO, A.A. **Estudo Bioclimático no Campus da UFMT**. 2007. 177 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Física e Meio Ambiente, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2007.
- CARDOSO, F. **Árvores de Curitiba**. Paraná: Editora. do Autor, 2004.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979
- COHAB-CT. Companhia de Habitação Popular de Curitiba. **A Cohab-ct**. Disponível em: <http://www.cohabct.com.br> Acesso em março/2005 .
- COOK, J.; BRYAN, H.; AGARWAL, V.; DESHMUKH, A.; KAPUR, V.; WEBSTER, A. **Mitigating the Heat Impact of Outdoor Urban Spaces in a Hot Arid Climate** - The 20th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Santiago – Chile, Nov. 2003.
- CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.
- COSTA, Gilberto José Corrêa. **Iluminação Econômica - Cálculo e Avaliação**. 3. Ed. Editora: EDIPUCRS, 2005 – p. 228 e 229
- CPTEC. Centro de previsão de tempo e estudos climáticos. **Climanálise**. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br> Acesso de abril/2004 a fevereiro/2005 .
- CRUZ, E.M.G. ; KOVACH, A.V.R.; MORALES, G.C.B.; GALLARDO, M.; GÓMEZ, R.G.; LAURENS, L.P.; BOHORQUEZ, E.T.; FALCÓN, R. **Desempenho Térmico de La VBP-1: Temperaturas Características, Fator Decremental y Retraso Térmico**. Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad del Zulia. P. 57-65. Venezuela, 2007.

CUADRAT, J.M. & PITA, M.F. **Climatologia**. Espanha, Ediciones Cátedra, 1997.

DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Aspectos climáticos de Curitiba, PR**. RA'E GA n° 3 Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 1999(a).

_____, **A cidade de Curitiba e a Poluição do Ar**. 1999. Tese (Doutorado em Geografia) FFLCH/USP, São Paulo, 1999(b)

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. SP: Editora Beltrand, 1989

DUMKE, E.M.S. **Avaliação do Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos da Vila Tecnológica de Curitiba como Subsídio para o Estudo de Tecnologias Apropriadas em Habitação de Interesse Social**. 202. 231 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) Programa de Pós Graduação Em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

FERREIRA, A.B.H. **Dicionário Aurélio Básico**. SP, Ed. Nova Fronteira, 1988

FERREIRA, Y.N. **Metrópole Sustentável? -Não é uma questão urbana**. Texto da disciplina de Pós Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento da UEL, Londrina, PR. p. 1-11, 2001.

FROTA, A.B; SCHIFFER, S.R. **Manual de Conforto Térmico**. 2.Ed. São Paulo: Studio Nobel, 1995.

GIVONI, B. Comfort, climate analysis and building design guidelines. **Energy and Buildings**, Nova Iorque, v. 18, p.11-23, 1992.

_____, **Climate considerations in building and urban design**. Nova Iorque: ITP, 1997.

_____, citação em palestra Arquitetura Bioclimática no CEFET/PR, 2003

HERCULANO, S. C. **Qualidade de vida e riscos ambientais**. Niteroi: EdUFF, 2000

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO URBANO DE CURITIBA-IPPUC/ **Dados** disponíveis em www.ippuc.org.br. Acessado em 2003.

KRUGER, E.L. Uma abordagem sistêmica da atual crise ambiental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v.4, p.37-43, 2001.

_____; DUMKE E.M.S. **Avaliação Integrada da Vila Tecnológica de Curitiba**. Tuiuti: Ciência e Cultura, n° 25, FACET, 2001. p.67

_____; PEARLMUTTER, D.; BERLINER, P. Efeito da evapotranspiração em modelo reduzido de um arranjo urbano sob condições desérticas. In: IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2007, Ouro Preto. **Anais do IX ENCAC**. Belo Horizonte, 2007. 1 CD-ROM.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997.

LEDER, S.M.; PEREIRA, F.O.R; MORAES, L.N. Determinação experimental de coeficiente de reflexão médio para Superfícies Verticais em um Meio Urbano. In: IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. 2007, Ouro Preto. **Anais do IX ENCAC**. Belo Horizonte, 2007. 1 CD-ROM.

MASCARO, L.R. **Ambiência Urbana**. Rio Grande do Sul: Ed. SAGRA-DC-Luzatto, 1996.

MASCARÓ, J.J.; GIACOMIN, S.D.; CUADROS, S. *Ambiência Urbana e Arborização Pública*. In: IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. 2007, Ouro Preto. **Anais do IX ENCAC**. Belo Horizonte, 2007. 1 CD-ROM.

MAX, Burle. **Recursos Paisagísticos do Brasil**. Comunicação apresentada no “Ciclo de Debates sobre Recursos Naturais, Meio Ambiente e Poluição”: Fundação IBGE, Rio de Janeiro. P. 1-13, setembro de 1975.

MEIER, A. K. **Energia e Edifícios**, Ed. Elsevier B.V., Am., Hol. - Vol. 15, 1991.

MENDONÇA, F. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno**. São Paulo: Ed. USP, 1995.

MONTEIRO, C.A.F. **Geografia do Brasil – Grande região Sul** – Vol. IV, Tomo I : CNG, IBGE, RJ. 1963(a)

_____, **Sobre a Análise Geográfica de seqüências de cartas de tempo**. SP Instituto Pan Americano de Geografia e História 1963(b)

_____, **Teoria e Clima Urbano**, SP, Série Teses e Monografias, 1976.

_____ (org) et al. **Clima urbano**. SP, Editora Contexto, 2003.

NUCCI, J.C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicada ao Distrito de Santa Cecília. São Paulo: Humanitas FFLCH/USP, 2001.

OLGYAY, V. **Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

OKE, T.R. **Boundary layer climates**. 2nd ed. London: Methuen & CO, 1978.

_____. **The Micrometeorology of the Urban Forest**, J. Phil. R. Sec. Land. B 324, p.335-349., 1989

ONU - PNUD, **Relatório do Desenvolvimento Humano**, Lisboa: Trinova, 1999

PALHARES, J.M. **Paraná: Aspectos da Geografia (com fundamentos de Geografia do Brasil)**. Foz do Iguaçu, PR: O Autor, 2001.

PEREIRA, G.A. **A natureza dos fatos urbanos**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n.3: Ed. UFPR, jan/jun. 2001.

PONCE, V.W.; LOHANI, A. K. **Effect of land use changes on surface albedo, climate and water resources**. San Diego State University, apostila, Department of Civil Engineering, december, 1994, 23p.

ROCHA, F., consulta ao e-mail pessoal viva.arte@uol.com.br de acadêmica da UFC, 2005

RODRIGUES, A.M. **Produção e consumo do e no espaço**, São Paulo: Editora Hucitec, 1998

ROMERO, M.A.B., **A arquitetura bioclimática do espaço público**, Brasília: Ed. UNB, 2001

ROSSI, F.A. **Análise da influência da ocupação do solo na temperatura de Curitiba**, Dissertação de mestrado. Programa de Pós graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal/PR, 2004

SAMPAIO, A.V.C.F. **Clima Urbano e Arquitetura: adequação, conforto, qualidade de vida.** 1996. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Programa de Pós Graduação em Arquitetura, Universidade Mackenzie, São Paulo, 1996.

SOUZA, C.F.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; FERREIRA, W.P.M.; SILVA, R.S. **Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo.** FAPEMIG – Public. Ciênc. Agrotec: Lavras, v.26, n.1, p.157-164, jan./fev., 2002

SPOSITO, M.E.B. **Agentes da reprodução territorial da cidade.** Apostila do curso de pós graduação em Geografia da UNESP– Presidente Prudente, SP: copiada pela autora, 2002.

SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M.E. **Vegetation as a Climatic Component in the Design of a Urban Street: An Empirical Model for Predicting the Cooling Effect of Urban Green Areas with Trees.** Energy and Buildings, v.31, p. 221-235, 2000.

SORRE, M. **Les fondements de la Géographie Humaine,** Paris, Libr. Armand Colin, 1951.

SCHILLER, S.; EVANS, J. M. **Training architects and planners to design with urban microclimates.** Atmospheric Environment, Great Britain, v.30, n.3, p.449-454, 1996.

SOUZA, M.L. **O desafio metropolitano.** Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 2000

SPRONKEN-SMITH, R.A.; OKE, T.R. The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates. **International Journal of Remote Sensing,** Vancouver, v. 19, n. 11, p. 2085 a 2104, 1998

TITARELLI, A.H.V. **A onda de frio de abril de 1971 e sua repercussão no espaço geográfico brasileiro.** SP Instituto de Geografia, USP 1972

VECCHIA, F.A.S.; BARBOSA, R.V.R. Contribuição das Áreas Verdes na Atenuação do Rigor Térmico em Ambientes Urbanos. In: IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. 2007, Ouro Preto. **Anais do IX ENCAC.** Belo Horizonte, 2007. 1 CD-ROM.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil.** São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute, 1998.

YEANG, K. **Proyectar con la naturaleza.** Espanha: Ed. Gustavo Gilli, 1999

YEANG, K. **Green Design..** In: IX Encontro Nacional e V Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2007, Ouro Preto. Conferência impressa em apostila com 24 considerações. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

APENDICES

APÊNDICE A – Registros em planilha dos dados obtidos nas medições

TABELA 12 – TEMPERATURAS INTERNAS DAS CASAS/8:30 HORAS

Data medição	T (°C) e.Met.	Unidades/nº; A = Rua Arborizada; S= Rua Insolada - T(°C)							
		01A	02S	03A	04S	05A	06S	047A	08S
3/5/2004	19,00	19,40	18,28	18,30	18,70	17,50	19,40	19,00	17,90
4/5/2004	16,00	19,40	18,66	18,30	18,30	18,30	18,70	19,00	18,70
5/5/2004	17,00	19,00	18,66	17,90	17,90	17,50	17,90	19,00	18,30
6/5/2004	15,00	18,70	18,28	17,50	16,40	17,10	17,50	17,90	17,50
7/5/2004	15,10	18,30	17,52	17,10	17,10	16,80	17,10	17,90	17,50
8/5/2004	12,00	15,60	14,85	15,60	13,70	14,10	15,60	13,30	14,50
9/5/2004	14,00	19,40	14,47	14,90	12,90	13,30	17,10	13,70	13,70
10/5/2004	12,00	15,60	14,47	14,10	12,90	13,70	14,50	14,90	14,50
11/5/2004	13,00	16,40	15,62	14,90	14,50	14,50	15,20	16,00	15,60
12/5/2004	14,00	17,10	16,38	16,00	15,20	15,60	16,00	16,80	16,40
13/5/2004	14,00	17,10	17,14	16,00	15,60	16,00	16,00	16,80	16,80
14/5/2004	16,00	17,10	17,14	17,10	17,10	16,80	17,10	18,30	17,10
15/5/2004	13,00	15,60	15,23	14,10	13,30	13,70	16,00	14,50	13,70
16/5/2004	9,00	13,30	10,99	12,20	9,40	11,00	13,70	10,20	9,80
17/5/2004	9,00	12,20	11,38	11,00	9,80	10,20	12,90	10,60	10,20
18/5/2004	9,00	13,30	12,93	12,50	10,20	11,80	12,20	12,90	12,20
19/5/2004	12,00	15,20	14,85	14,50	14,10	14,10	13,70	14,90	14,10
20/5/2004	13,00	15,20	14,85	14,50	14,10	14,10	14,90	15,60	15,20
21/5/2004	13,50	14,90	14,85	13,70	12,50	13,70	13,70	14,90	14,10
22/5/2004	14,00	14,50	14,85	16,00	13,30	14,50	14,50	14,50	14,10
23/5/2004	15,00	16,40	15,62	16,00	15,20	16,80	15,60	15,60	16,40
24/5/2004	15,00	17,10	16,38	16,40	15,60	16,00	16,00	17,10	16,40
25/5/2004	15,00	16,80	16,38	16,40	16,00	16,40	16,00	16,80	16,80
26/5/2004	9,00	12,90	11,77	10,60	9,80	11,00	13,70	12,20	11,00
27/5/2004	12,00	12,90	12,16	11,40	11,00	11,40	12,20	11,80	11,00
28/5/2004	12,00	12,50	12,16	10,60	10,60	11,40	14,10	12,20	10,20
29/5/2004	12,00	12,90	12,55	12,20	11,00	11,80	14,50	11,80	11,40
30/5/2004	11,50	15,60	14,47	13,70	12,90	14,10	13,30	15,20	13,70
31/5/2004	11,00	14,10	14,09	13,30	11,80	12,90	13,30	14,10	13,30
1/6/2004	12,00	13,70	13,70	15,20	12,50	12,90	13,30	13,70	13,70
2/6/2004	11,00	14,90	14,47	13,70	14,50	12,90	14,50	14,50	14,50
3/6/2004	11,00	14,10	13,70	13,30	12,20	12,90	12,90	14,10	13,30
4/6/2004	9,00	12,90	13,32	11,40	9,80	11,40	11,80	12,50	11,80
5/6/2004	11,00	12,50	12,93	11,40	11,00	12,20	13,70	12,20	11,00
6/6/2004	10,00	12,20	12,55	12,50	12,20	11,40	11,40	12,20	11,00
7/6/2004	12,00	12,20	12,16	11,40	9,80	10,60	13,30	12,50	10,20
8/6/2004	10,00	13,70	13,70	12,90	11,40	12,20	12,90	13,30	13,30
9/6/2004	14,00	14,90	15,62	14,50	13,30	13,70	14,10	14,90	14,50
10/6/2004	16,00	16,40	16,00	16,40	15,60	15,60	15,20	15,60	15,20
t. Médias°C	12,77	15,28	14,75	14,35	13,42	13,89	14,76	14,69	14,12
Local / Tecnologias	Sensor externo	Tijolos ceram. auto constr.		Tabuas madeira auto constr.		Bloco concr. Cel. ABC constr.		Placas concr./ar Andr. Ribº.	
Usuários	Guarda M.	Cláudio	Guido	Luiz	Leocir	Cândida	Rosa/Cl.	Emir	Dalvi
Aparelhos	DAVIS	h452222	h619199	h452215	h452220	h452218	h452213	h452221	h452214

TABELA 13 – TEMPERATURAS INTERNAS DAS CASAS/13:30 HORAS

Data medição	T (°C) e.Met.	Unidades/nº: A = Rua Arborizada; S= Rua Insolada - T(°C)							
		01A	02S	03A	04S	05A	06S	047A	08S
3/5/2004	22,00	23,20	22,86	27,90	27,90	23,20	25,20	25,60	26,30
4/5/2004	21,00	20,90	19,81	21,30	22,50	20,20	21,30	21,30	21,30
5/5/2004	20,00	20,90	20,19	22,50	21,70	20,60	21,30	21,30	22,50
6/5/2004	18,00	19,00	19,42	20,60	18,30	18,30	18,70	19,80	19,40
7/5/2004	16,00	19,40	18,28	18,70	18,70	17,90	18,70	17,50	19,00
8/5/2004	19,00	17,50	17,52	18,70	17,10	16,00	18,70	18,30	20,20
9/5/2004	27,00	19,00	16,76	22,50	21,70	17,50	20,60	20,20	24,40
10/5/2004	24,00	18,70	17,52	22,90	20,90	17,90	20,90	19,80	22,10
11/5/2004	25,00	20,20	18,66	25,20	22,10	20,20	22,90	21,30	24,40
12/5/2004	16,00	17,50	18,28	17,50	18,30	17,90	17,10	19,00	18,30
13/5/2004	17,00	17,90	17,14	18,70	17,90	17,10	17,50	17,50	17,90
14/5/2004	19,00	19,00	18,28	20,90	20,90	18,30	20,60	19,40	20,60
15/5/2004	15,00	15,60	17,90	15,20	16,40	14,50	14,50	14,10	15,60
16/5/2004	23,00	16,80	15,62	22,90	22,10	15,60	17,50	17,50	19,00
17/5/2004	22,00	16,80	16,76	22,10	20,60	17,50	20,20	18,70	21,70
18/5/2004	21,00	16,80	15,62	19,80	17,50	16,40	17,50	18,30	19,40
19/5/2004	21,00	17,10	19,04	17,90	17,50	16,40	17,50	18,30	17,90
20/5/2004	15,00	16,00	17,90	17,10	15,60	15,20	15,60	16,80	16,40
21/5/2004	16,00	15,20	16,00	14,90	15,20	14,50	14,50	16,00	16,80
22/5/2004	17,00	16,40	18,28	17,90	17,10	16,40	16,80	18,70	18,30
23/5/2004	18,00	20,60	19,42	23,20	18,30	17,90	17,50	17,10	18,30
24/5/2004	16,00	17,50	19,81	17,90	21,30	16,40	16,80	18,30	17,10
25/5/2004	15,00	16,80	21,33	16,40	17,90	16,40	16,40	17,50	17,90
26/5/2004	14,00	14,50	13,70	16,40	17,50	14,50	14,90	13,30	15,20
27/5/2004	19,00	15,20	16,76	19,00	16,00	15,60	16,80	16,40	17,90
28/5/2004	15,00	14,90	14,85	16,00	15,60	13,70	15,60	15,20	16,40
29/5/2004	18,00	16,80	16,00	19,00	18,70	16,00	19,00	18,30	21,70
30/5/2004	17,00	15,20	18,28	16,00	17,50	14,90	15,60	15,60	14,50
31/5/2004	11,00	14,10	13,70	14,10	13,30	14,50	13,30	14,90	14,10
1/6/2004	16,00	16,00	16,00	16,40	17,90	16,00	16,40	19,00	16,80
2/6/2004	16,00	16,00	16,00	17,50	19,00	15,60	16,40	16,80	16,80
3/6/2004	19,00	16,80	16,00	21,30	17,10	16,00	17,90	17,50	19,40
4/6/2004	15,00	14,90	14,47	15,60	14,90	13,70	14,10	15,20	14,90
5/6/2004	22,00	16,00	16,38	20,20	19,00	18,30	17,90	16,80	20,60
6/6/2004	19,00	16,40	14,47	19,40	16,40	15,20	18,30	16,40	19,00
7/6/2004	19,00	15,60	16,00	19,00	20,60	16,00	17,90	17,90	19,00
8/6/2004	21,00	16,80	16,76	19,80	19,40	16,80	19,00	19,40	20,20
9/6/2004	18,00	17,50	17,52	19,80	20,20	17,10	19,00	17,90	19,80
10/6/2004	19,00	17,90	19,81	19,40	20,60	19,00	17,50	18,70	18,70
t. Médias°C	18,49	17,27	17,41	19,27	18,75	16,80	17,89	17,99	18,97
Local / Tecnologias	Sensor externo	Tijolos ceram. auto constr.		Tabuas madeira auto constr.		Bloco concr. Cel. constr.		Placas concr./ar Andr. Ribº.	
Usuários	Guarda M.	Cláudio	Guido	Luiz	Leocir	Cândida	Rosa/Cl.	Emir	Dalvi
Aparelhos	DAVIS	n452222	n619199	n452215	n452220	n452218	n452213	n452221	n452214

TABELA 14 – TEMPERATURAS INTERNAS DAS CASAS/17:30 HORAS

Data medição	T (°C) e.Met.	Unidades/nº: A = Rua Arborizada; S= Rua Insolada - T(°C)							
		01A	02S	03A	04S	05A	06S	04/A	08S
3/5/2004	18,00	20,60	20,95	22,50	21,30	21,30	21,70	23,60	26,00
4/5/2004	17,00	19,40	19,42	24,00	19,00	20,20	20,20	20,90	20,90
5/5/2004	17,00	19,80	19,81	20,90	19,00	19,80	20,20	20,90	24,80
6/5/2004	17,00	19,00	19,04	19,40	18,30	18,70	18,70	20,90	22,10
7/5/2004	15,00	17,50	21,33	19,40	16,80	17,10	17,50	17,90	18,70
8/5/2004	15,00	17,10	16,76	20,20	19,40	17,50	17,50	18,70	20,60
9/5/2004	17,00	17,50	17,14	20,60	17,10	17,10	18,70	20,20	21,30
10/5/2004	19,00	18,30	17,52	20,90	18,70	17,90	19,00	20,20	21,30
11/5/2004	20,00	19,00	19,04	21,70	17,50	18,70	20,60	21,30	23,60
12/5/2004	15,00	17,10	17,52	17,50	18,30	17,10	17,10	17,90	19,40
13/5/2004	16,00	17,10	17,14	21,30	18,30	17,10	17,50	17,50	18,70
14/5/2004	14,00	17,90	18,28	18,30	17,90	19,40	19,00	18,30	20,60
15/5/2004	16,00	15,20	14,85	17,10	14,50	14,50	15,20	14,90	15,20
16/5/2004	17,00	15,60	15,62	19,80	17,90	15,20	16,80	18,70	20,20
17/5/2004	15,00	15,60	16,76	20,60	18,30	17,10	18,30	18,70	21,30
18/5/2004	14,00	15,60	15,23	22,90	15,60	15,60	16,40	16,80	17,50
19/5/2004	15,00	16,40	16,38	17,50	17,50	16,40	16,80	17,90	19,80
20/5/2004	13,00	15,60	15,23	16,00	15,60	14,50	14,90	15,60	16,80
21/5/2004	12,00	14,50	14,47	15,20	14,90	14,10	14,10	14,50	15,20
22/5/2004	15,00	16,00	16,00	17,50	19,80	16,00	16,40	16,80	18,70
23/5/2004	17,00	20,60	18,66	19,00	19,00	17,90	17,90	17,90	19,40
24/5/2004	15,00	16,80	17,14	16,40	18,30	16,40	16,40	17,10	19,00
25/5/2004	15,00	16,80	17,52	17,10	17,10	16,40	16,40	17,10	17,90
26/5/2004	11,00	13,70	14,85	13,70	14,10	12,50	13,30	13,70	17,10
27/5/2004	12,00	14,50	14,85	18,30	14,50	14,50	16,40	16,80	17,90
28/5/2004	12,00	13,70	14,09	16,40	13,70	13,30	14,10	15,60	16,40
29/5/2004	19,00	15,20	16,00	18,70	16,40	16,00	17,10	17,10	20,20
30/5/2004	15,00	16,00	16,00	15,20	16,40	14,90	15,60	16,40	14,90
31/5/2004	11,00	13,70	14,09	13,30	16,40	12,90	13,30	14,10	13,70
1/6/2004	14,00	15,20	16,00	20,20	16,00	15,60	15,60	16,00	17,10
2/6/2004	14,00	15,20	16,00	19,40	16,80	16,80	15,60	16,40	17,10
3/6/2004	14,00	15,60	15,23	17,90	16,00	15,20	16,00	19,00	18,70
4/6/2004	15,00	14,90	15,23	17,50	14,90	13,70	14,50	17,10	17,10
5/6/2004	21,00	14,90	15,23	18,70	15,20	15,60	16,80	17,90	19,00
6/6/2004	20,00	16,00	17,14	19,00	16,80	15,20	16,80	19,80	19,00
7/6/2004	20,00	15,60	16,76	19,40	18,30	16,40	17,50	17,90	19,00
8/6/2004	20,00	16,00	16,38	19,40	16,80	16,00	17,10	18,30	18,70
9/6/2004	21,00	16,80	17,90	20,20	18,30	17,10	18,30	17,90	19,80
10/6/2004	21,00	18,70	17,90	18,70	18,70	17,90	17,50	19,00	18,30
t. Médias°C	16,00	16,53	16,81	18,76	17,16	16,40	16,99	17,88	19,05
Local / Tecnologias	Sensor externo	Tijolos ceram. auto constr.		Tabuas madeira auto constr.		Bloco concr. Cel. ABC	constr.	Placas concr./ar Andr. Rib°.	
Usuários	Guarda M.	Cláudio	Guido	Luiz	Leocir	Cândida	Rosa/Cl.	Emir	Dalvi
Aparelhos	DAVIS	n452222	n619199	n452215	n452220	n452218	n452213	n452221	n452214

TABELA 15
REGISTROS DIÁRIOS DA UMIDADE RELATIVA DO AR E DA VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO

<i>Local da medição: Estação Meteorológica referencial</i>									
Data	08:30 hs			13:30 hs.			17:30 hs		
	%Um/Ar	Vent.m/s	Dir.	%Um/Ar	Vent.m/s	Dir.	%Um/Ar	Ventm/s	Dir.
3/5/2004	88,0	0,0	s	79,0	1,0	sw			
4/5/2004	97,0	1,0	sw	80,0	0,0	sw	95,0	5,0	sw
5/5/2004	93,0	0,6	s						
6/5/2004	97,0	0,0	w	87,0	0,0	w	92,0	4,0	sw
7/5/2004	97,0	0,0	nw	89,0	0,4	n	88,0	4,0	n
8/5/2004	91,0	1,8	nw	66,0	0,4	n	73,0	0,0	n
9/5/2004	82,0	0,0	s	45,0	0,9	s			
10/5/2004	91,0	0,0	w	44,0	0,0	ne	54,0	0,4	sw
11/5/2004	86,0	0,0	se	50,0	1,8	s	66,0	2,7	sw
12/5/2004	87,0	1,3	e	91,0	0,4	s	93,0	1,8	ne
13/5/2004	95,0	0,0	ne	89,0	0,4	n	93,0	0,9	ne
14/5/2004	96,0	0,0	sw	72,0	1,8	n	74,0	1,3	
15/5/2004	84,0	0,0	nw						
16/5/2004	82,0	0,0	nw	40,0	0,4	se	55,0	1,3	sw
17/5/2004	82,0	0,0	s	40,0	2,2	ne	61,0	0,4	sw
18/5/2004	93,0	0,0	w				74,0	1,8	s
19/5/2004	90,0	0,9	sw	61,0	0,9	sw	77,0	1,8	s
20/5/2004	92,0	2,7	sw	83,0	1,3	s	92,0	2,2	s
21/5/2004							94,0	1,8	s
22/5/2004	95,0	1,3	s				90,0	3,1	s
23/5/2004	95,0	1,3	s	87,0	0,4	ne	86,0	0,4	ne
24/5/2004	98,0	0,0	s	96,0	0,4	ne	97,0	0,0	s
25/5/2004	99,0	0,0	ne	98,0	0,9	se	97,0	4,5	ne
26/5/2004	85,0	2,7	n	63,0	5,8	ne	74,0	3,1	ne
27/5/2004	78,0	0,9	s	71,0	0,9	nw			
28/5/2004	78,0	0,9	s	62,0	2,2	se	76,0	2,7	s
29/5/2004	81,0	1,8	se				61,0	2,7	s
30/5/2004									
31/5/2004	94,0	1,8	s	95,0	2,7	sw	97,0	2,2	se
1/6/2004	98,0	0,0	s	87,0	0,0	n	91,0	2,2	sw
2/6/2004	93,0	0,2	ne	86,0	2,2	ne	92,0	0,0	ne
3/6/2004	98,0	0,0	n	71,0	0,9	sw	80,0	0,0	nw
4/6/2004	94,0	0,0	w	77,0	0,0	sw			
5/6/2004	86,0	0,0	nw	46,0	0,4	s	46,0	2,2	sw
6/6/2004	90,0	1,8	ne	63,0	0,9	nw	53,0	0,0	nw
7/6/2004	78,0	0,0	sw	55,0	0,0	w			
8/6/2004	92,0	0,9	sw	52,0	0,0	e	58,0	0,0	ne
9/6/2004	76,0	1,8	ne	71,0	4,0	ne	74,0	1,3	n
10/6/2004	90,0	1,8	e	84,0	1,8	nw	90,0	0,4	ne
média /	89,76	0,69		71,25	1,11		78,81	1,75	
predomin.			s			ne			sw

TABELA 16 – TRANSECTO – PERÍODO MATUTINO

hora	Porto	céu limpo/neblina				nebulosidade 10%				céu limpo				nebulosidade 20%				céu limpo							
		Dia 18/05/04		Dia 19/05/04		Dia 06/06/04		Dia 07/06/04		Dia 06/06/04		Dia 07/06/04		Dia 06/06/04		Dia 07/06/04		Dia 06/06/04		Dia 07/06/04					
		T.b.sec	T.b.úm	Vt./dir.	Umd.	T.b.sec	T.b.úm	Vt./dir.	Umd.	T.b.sec	T.b.úm	Vt./dir.	Umd.	T.b.sec	T.b.úm	Vt./dir.	Umd.	T.b.sec	T.b.úm	Vt./dir.	Umd.	T.b.sec	T.b.úm	Vt./dir.	Umd.
08:10	Est. Meteorológica Temp. interna	8,0	12,0	0,0W	93%	130	150	1,3Sw	90%	80	11,0	0,0W	89%	11,0	12,0	0,0Sw	82%	8,0	11,0	0,0Nw	89%	8,0	11,0	0,0Nw	89%
	Rua c/árvore	8,2	8,5	0,0N		127	126	2,0Sw		96	9,1	1,0Nw		11,4	11,0	0,0'		96	9,1	2,0N		96	9,1	2,0N	
	P2-Grama	8,0	8,3			127	122			95	9,2			11,2	10,2			95	9,2			95	9,2		
	P3-Concreto	8,1	8,2			128	122			96	9,1			11,2	10,0			96	9,1			96	9,1		
08:20	Est. Meteorológica Temp. interna	9,0	12,0	0,0W	93%	130	150	1,8Sw	89%	100	11,0	0,0W	90%	11,0	12,0	0,0Sw	81%	9,0	11,0	0,0Nw	90%	9,0	11,0	0,0Nw	90%
08:30	Est. Meteorológica Temp. interna	10,0	12,0	0,0W	90%	130	150	1,8Sw	89%	100	11,0	0,0W	89%	12,0	12,0	0,0Sw	78%	10,0	11,0	0,0Nw	88%	10,0	11,0	0,0Nw	88%
	Rua Pleno sol	8,5	8,4	0,5Nw		132	122	0,5Sw		100	9,2	1,0Nw		11,4	10,0	0,5Sw		100	9,2	1,0N		100	9,2	1,0N	
	P5-Grama	8,2	8,5			134	126			101	9,2			11,1	10,0			101	9,2			101	9,2		
	P6-Concreto	8,5	8,6			130	122			97	8,8			11,2	9,8			97	9,0			97	9,0		
	P7-Quadra	9,2	9,0			136	124			11,8	10,6			11,6	12,0			11,8	10,6			11,8	10,6		
08:40	Est. Meteorológica Temp. interna	10,0	13,0	0,0W	90%	130	160	1,3Sw	87%	110	11,0	0,0W	86%	12,0	13,0	0,0Sw	78%	11,0	11,0	0,0Nw	86%	11,0	11,0	0,0Nw	86%
08:50	Est. Meteorológica Temp. interna	12,0	13,0	0,0W	84%	130	160	1,8Sw	86%	110	12,0	0,0W	86%	13,0	13,0	0,9S	76%	11,0	11,0	0,0Nw	84%	11,0	11,0	0,0Nw	84%
	Rua c/árvore	10,2	9,8			132	122	0,5Sw		105	9,8	1,5Nw		11,4	10,1	1,0Sw		105	9,8	1,5N		105	9,8	1,5N	
	P2-Grama	10,5	10,3			132	124			110	9,4			11,5	10,1			110	9,4			110	9,4		
	P3-Concreto	9,8	9,8			132	124			106	9,7			11,6	10,2			106	9,7			106	9,7		
09:00	Est. Meteorológica Temp. interna	12,0	14,0	0,0W	86%	130	160	1,8Sw	86%	120	12,0	1,3Sw		13,0	13,0	0,0Se	75%	12,0	12,0	1,3Sw	82%	12,0	12,0	1,3Sw	82%
09:10	Est. Meteorológica Temp. interna	12,0	14,0	0,0W	85%	140	160	1,8Sw	86%	120	12,0	0,9Sw	82%	13,0	13,0	0,0Se	74%	12,0	12,0	1,3Sw	82%	12,0	12,0	1,3Sw	82%

TABELA 17 – TRANSECTO – PERÍODO MÉDIO DO DIA

TABELA 20 - TRANSECTO PERÍODO MÉDIO DIA

hora	Ponto	nebulosidade 20%			céu limpo			nebulosidade 30%			céu limpo					
		Dia 18/05/04			Dia 19/05/04			Dia 06/06/04			Dia 07/06/04			Dia 05/06/04		
		T.b.úm	Vt./dir.	Umdl	T.b.úm	Vt./dir.	Umdl	T.b.úm	Vt./dir.	Umdl	T.b.úm	Vt./dir.	Umdl	T.b.úm	Vt./dir.	Umdl
13:00	Est. Meteorológica Temp. interna	18,0 18,0	1,8/Se	60%	21,0 20,0	0,9/S	58%	20,0 18,0	0,4/Nw	63%	20,0 20,0	0,0/Nw	52%	21,0 19,0	0,4/W	46%
	Rua d'árvore	P1-Astúlio 17,0 14,2	1,0/Sw		16,8 16,6	14,5 14,3		16,6 16,3	13,6 13,6		17,0 17,1	13,6 13,2	0	16,3 16,4	12,6 12,5	1,0/Ne
		P2-Gana 16,2 14,4			17,0 14,1			16,3 13,0			16,7 13,0			16,5 13,2		
		P3-Concreto 16,2 13,8														
13:10	Est. Meteorológica Temp. interna	19,0 19,0	1,8/Se	60%	21,0 21,0	0,4/Se	59%	19,0 18,0	0,4/Nw	56%	20,0 20,0	0,0/Nw	52%	21,0 19,0	0,9/W	46%
13:20	Est. Meteorológica Temp. interna	20,0 19,0	2,2/Sw	59%	21,0 20,0	0,4/Se	59%	19,0 18,0	0,9/Nw	58%	20,0 20,0	0,0/W	53%	22,0 19,0	0,4/Sw	47%
	Rua Plenosa	P4-Astúlio 16,8 13,6	1,0/S		18,4 17,8	15,2 14,8		17,2 17,4	14,2 14,2		17,4 17,4	13,2 13,0	0,5/N	17,0 17,2	14,0 13,8	0,5/N
		P5-Gana 16,6 13,6			17,8 15,0			17,8 16,2	14,6 13,2		17,5 17,4	13,6 13,0		17,0 17,4	13,8 14,0	
		P6-Concreto 16,1 13,0														
		P7-Quadra 16,6 13,4														
13:30	Est. Meteorológica Temp. interna	20,0 19,0	2,2/Sw	59%	21,0 19,0	1,8/S	61%	19,0 18,0	0,9/Nw	61%	19,0 18,0	0,4/Nw	53%	22,0 19,0	0,4/S	47%
13:40	Est. Meteorológica Temp. interna	19,0 18,0	1,8/S	60%	21,0 19,0	1,8/S	61%	19,0 18,0	0,9/Nw	61%	19,0 18,0	0,0/Nw	55%	22,0 19,0	0,4/S	47%
	Rua d'árvore	P1-Astúlio 17,0 13,8	0,5/Sw		18,0 18,0	14,8 15,2		15,6 16,3	12,8 13,2		16,9 17,3	12,8 13,2	0	16,8 18,0	12,6 13,0	1,5/Nw
		P2-Gana 17,4 14,0			18,4 15,3			15,8 12,8			17,3 13,3			17,0 13,2		
		P3-Concreto 17,0 13,8														
13:50	Est. Meteorológica Temp. interna	19,0 18,0	1,8/S	60%	20,0 19,0	1,3/Sw	63%	19,0 19,0	2,2/Nw	60%	20,0 20,0	0,0/Nw	54%	23,0 19,0	1,3/Sw	44%
14:00	Est. Meteorológica Temp. interna	20,0 19,0	1,3/S	58%	20,0 20,0	0,5/Se	63%	20,0 19,0	2,2/Nw	59%	20,0 19,0	0,0/Nw	54%	23,0 19,0	1,3/Sw	44%

TABELA 19 - Determinação da UMIDADE RELATIVA do ar

TBS (°C)	U.R.	TBS (K)	Cálculo Pressão	para 1000m				
Externa	Externa	Externa	Saturação da água de 0 a 200°C	W	TBSint	TBSint(K)	Psatint	URint estimada
13,48	45,48	286,63	1,5449980064	0,004899196	13,8	286,95	1,5780325780	45
11,30	53,85	284,45	1,3391465675	0,00502954	13,6	286,75	1,5576309548	46
9,90	61,68	283,05	1,2197917134	0,005248814	13,2	286,35	1,5175221069	50
8,70	64,75	281,85	1,1250538639	0,005081165	12,7	285,85	1,4686649697	50
7,70	70,30	280,85	1,0511254483	0,005154791	12,2	285,35	1,4211967364	52
7,10	76,13	280,25	1,0088563517	0,005359193	11,7	284,85	1,3750836315	56

APÊNDICE B – Exemplos de tabelas das aferições

TABELA 20 – verificação da estabilização dos aparelhos

Date Time	213	214	216	218	219	220	221	222
06/15/04 16:49:07.0	19,0	19,0	18,7	19,0	19,0	19,0	19,0	19,4
06/15/04 16:51:07.0	19,0	19,4	19,0	19,4	19,4	19,0	19,4	19,4
06/15/04 16:53:07.0	19,0	19,0	19,0	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4
06/15/04 16:55:07.0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0
06/15/04 16:57:07.0	19,0	19,0	19,0	20,2	19,0	19,0	19,0	19,0
06/15/04 16:59:07.0	19,0	19,0	19,0	19,8	19,0	19,0	19,0	19,0
06/15/04 18:07:07.0	18,3	17,9	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3
06/15/04 18:09:07.0	18,3	17,9	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3
06/15/04 18:11:07.0	18,3	17,9	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3
06/15/04 18:13:07.0	18,3	17,9	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3
06/15/04 18:15:07.0	18,3	17,9	18,3	17,9	18,3	18,3	18,3	18,3
06/15/04 18:17:07.0	18,3	17,9	17,9	17,9	18,3	17,9	18,3	18,3
06/15/04 18:19:07.0	17,9	17,9	17,9	17,9	18,3	17,9	18,3	18,3
06/15/04 18:21:07.0	18,3	17,9	17,9	17,9	18,3	17,9	18,3	18,3
06/15/04 18:23:07.0	17,9	17,9	17,9	17,9	18,3	17,9	18,3	18,3
06/15/04 18:25:07.0	17,9	17,9	17,9	17,9	18,3	17,9	18,3	18,3
06/15/04 18:27:07.0	17,9	17,9	17,9	17,9	18,3	17,9	18,3	18,3
06/15/04 18:29:07.0	17,9	17,9	17,9	17,9	18,3	17,9	18,3	18,3
06/15/04 18:31:07.0	17,9	17,9	17,9	17,9	18,3	17,9	17,9	18,3
06/16/04 11:09:07.0	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,8	16,4
06/16/04 11:11:07.0	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,8	16,4
06/16/04 11:13:07.0	16,4	16,4	16,4	16,4	16,8	16,4	16,8	16,4
06/16/04 11:15:07.0	16,4	16,4	16,4	16,8	16,8	16,4	16,8	16,4
06/16/04 11:17:07.0	16,4	16,4	16,4	16,8	16,8	16,4	16,8	16,4
06/16/04 11:19:07.0	16,4	16,4	16,4	16,8	16,8	16,4	16,8	16,4
06/16/04 11:21:07.0	16,4	16,4	16,4	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8
06/16/04 12:09:07.0	17,1	17,1	17,1	17,5	17,5	17,1	17,5	17,1
06/16/04 12:11:07.0	17,5	17,1	17,1	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
06/16/04 12:13:07.0	17,5	17,1	17,5	17,5	17,5	17,1	17,5	17,5
06/16/04 12:15:07.0	17,5	17,1	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
06/16/04 12:17:07.0	17,5	17,1	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
06/16/04 12:19:07.0	17,5	17,1	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
06/16/04 12:49:07.0	17,5	17,5	17,5	17,9	17,9	17,5	17,9	17,9

TABELA 21 – determinação geral dos coeficientes de correção aplicados

Calculo dos Fatores de Correção obtidos pela Aferição conjunta						
Datas/ns.			automat.		manual	
			Hobbo	eMet	Psc.B°sec	
15/6/2004	23:03	06/15/04 23:03:14,0	17,52	17,00	17,60	
15/6/2004	23:05	06/15/04 23:05:44,0	17,52	17,00	17,60	
15/6/2004	23:07	06/15/04 23:08:14,0	17,14	17,00	17,60	
15/6/2004	23:09	06/15/04 23:10:44,0	17,14	17,00	17,60	
15/6/2004	23:11			17,00	17,60	
15/6/2004	23:13	06/15/04 23:13:14,0	17,14	17,00	17,60	
15/6/2004	23:15	06/15/04 23:15:44,0	17,14	17,00	17,60	
15/6/2004	23:17	06/15/04 23:18:14,0	17,14	17,00	17,50	
15/6/2004	23:19	06/15/04 23:20:44,0	17,14	17,00	17,60	
15/6/2004	23:21			17,00	17,50	
15/6/2004	23:23	06/15/04 23:23:14,0	17,14	17,00	17,50	
15/6/2004	23:25	06/15/04 23:25:44,0	17,14	17,00	17,50	
15/6/2004	23:27	06/15/04 23:28:14,0	17,14	17,00	17,50	
15/6/2004	23:29	06/15/04 23:30:44,0	17,14	17,00	17,50	
15/6/2004	23:31			17,00	17,50	
15/6/2004	23:33	06/15/04 23:33:14,0	17,14	17,00	17,50	
15/6/2004	23:35	06/15/04 23:35:44,0	17,14	17,00	17,50	
15/6/2004	23:37	06/15/04 23:38:14,0	17,14	17,00	17,50	
15/6/2004	23:39	06/15/04 23:40:44,0	17,14	17,00	17,50	
15/6/2004	23:41			17,00	17,50	
15/6/2004	23:43	06/15/04 23:43:14,0	17,14	17,00	17,50	
15/6/2004	23:45	06/15/04 23:45:44,0	17,14	17,00	17,50	
15/6/2004	23:47	06/15/04 23:48:14,0	17,14	17,00	17,60	
15/6/2004	23:49	06/15/04 23:50:44,0	17,14	17,00	17,60	
15/6/2004	23:51			17,00	17,60	
15/6/2004	23:53	06/15/04 23:53:14,0	17,14	17,00	17,60	
15/6/2004	23:55	06/15/04 23:55:44,0	17,14	17,00	17,60	
15/6/2004	23:57	06/15/04 23:58:14,0	17,14	17,00	17,60	
15/6/2004	23:59	06/16/04 00:00:44,0	17,14	17,00	17,60	
16/6/2004	00:01			17,00	17,60	
16/6/2004	00:03	06/16/04 00:03:14,0	17,14	17,00	17,60	
16/6/2004	00:05	06/16/04 00:05:44,0	17,14	17,00	17,60	
16/6/2004	00:07	06/16/04 00:08:14,0	17,14	17,00	17,60	
16/6/2004	00:09	06/16/04 00:10:44,0	17,14	17,00	17,60	
16/6/2004	00:11			17,00	17,70	
16/6/2004	00:13	06/16/04 00:13:14,0	17,14	17,00	17,70	
16/6/2004	00:15	06/16/04 00:15:44,0	17,14	17,00	17,70	
			17,17	17,00	17,57	
Fator de Correção eMet/Hobbo (+)			0,17	0,00		
Fator de Correção eMet/Tr.B°sec (+)				0,00	0,57	
Fator de Correção Hobbo/Tr.B°sec (+)			0,00		0,40	

TABELA 22 - determinação dos coeficientes de correção aplicados – Estação Local x Hobos

Aferição entre Hobos e Estação Meteorológica - em 1º/05/2004

hora	T _e Met	data inv/hora	T _c aparelhos												hobo/md	d/total	d. parc.
13:55	21,0	05/01/04 13:55:45.0	20,9	22,1	20,9	19,4	20,2	20,2	21,3	20,6	20,2	20,2	18,6		2,42		
14:00	20,0																
14:05	21,0																
14:10	20,0	05/01/04 14:10:45.0	20,2	20,6	20,6	19,4	19,8	19,8	20,2	20,2	19,8	19,8	18,1		1,94		
14:15	20,0																
14:20	20,0																
14:25	20,0	05/01/04 14:25:45.0	19,4	20,6	20,2	19,4	19,8	19,8	20,2	19,8	19,4	19,4	19,8		0,16		
14:30	20,0																
14:35	20,0																
14:40	20,0	05/01/04 14:40:45.0	19,4	20,6	20,2	19,0	19,4	19,4	19,4	19,8	19,4	19,4	19,6		0,40		
14:45	20,0																
14:50	20,0																
14:55	20,0	05/01/04 14:55:45.0	19,4	20,2	19,8	19,4	19,4	19,4	19,4	19,8	19,4	19,4	19,6		0,44		
15:00	20,0																
15:05	20,0																
15:10	20,0	05/01/04 15:10:45.0	19,4	19,8	19,8	19,0	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4		0,56		
15:15	19,0																
15:20	19,0																
15:25	19,0	05/01/04 15:25:45.0	19,0	19,8	19,4	18,7	19,4	19,4	19,0	19,4	19,0	19,4	19,3		-0,25		
15:30	19,0																
15:35	19,0																
15:40	19,0	05/01/04 15:40:45.0	19,0	19,4	19,4	18,7	19,0	19,4	19,0	19,0	19,0	19,4	19,1		-0,13		
15:45	19,0																
15:50	19,0																
15:55	19,0	05/01/04 15:55:45.0	19,0	19,4	19,4	18,7	19,0	19,0	19,0	19,4	19,0	19,0	19,1		-0,09		
T_c média	19,72														19,17	0,55	0,60

obs.: média das duas aferições = 0,55 + 0,17 / 2 = 0,36

APÊNDICE C – Entrevista descartada

13/6 - 15:25

UN	ARBORIZADO	LOCAL	SISTEMA CONSTRUTIVO
10	NÃO	Rua Mandirituba, 799	Painel concreto=ar /Andr. Rº

APARELHO	MORADOR	CONTATO
452.214	Sr. [nome]	[contato]

j) Nr. Moradores: 04 / Visitas+empregados: —

Permanência:

DIA SEMANA												
6	7	8	9-12	13	14-17	18	19	20	21	22	23	24-6
4	1	1	1	2	2	2	4	4	4	4	4	4

SABADO												
6	7	8	9-12	13	14-17	18	19	20	21	22	23	24-6
4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4

DOMINGO												
6	7	8	9-12	13	14-17	18	19	20	21	22	23	24-6
4	4	4	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4

b) ventilação: PORTAS ABERTAS 1 = — M2/ JANELAS ABERTAS 4 = — M2

6	7	8	9-12	13	14-17	18	19	20	21	22	23	24-6

1. conforto/desconforto térmico:

utilização de ventilação mecânica (ventiladores) 5

utilização de aquecimento aquecedor fogão

Sensações:	Atribuição a:
<input checked="" type="checkbox"/> ação necessária: agasalhar-se	<input checked="" type="checkbox"/> Sistema construtivo quais.....
<input checked="" type="checkbox"/> ação necessária: abrir/fechar a casa	<input type="checkbox"/> Tipo de cobertura quais.....
<input checked="" type="checkbox"/> ação necessária: encolher-se	<input type="checkbox"/> Falta de forro quais.....
<input checked="" type="checkbox"/> ação necessária: abanar-se	<input type="checkbox"/> Frestas quais.....
<input type="checkbox"/> ação necessária: sair para rua ou varanda	<input type="checkbox"/> Aberturas quais.....
<input type="checkbox"/> fato verificado: sudorese excessiva	<input type="checkbox"/> Posição/orientação quais.....
<input type="checkbox"/> fato verificado: ruborização excessiva	<input type="checkbox"/> Vegetação quais
<input type="checkbox"/> fato verificado: tiritar de dentes/tremor	<input type="checkbox"/> Ventilação cruzada como
<input type="checkbox"/> fato verificado: secura da boca, etc	<input type="checkbox"/> penetração de água da chuva
<input type="checkbox"/> fato verificado: atividade prejudicada – por:	<input checked="" type="checkbox"/> uso maior permanência/equipamentos

2. no VERÃO SUPORTÁVEL INSUPORTÁVEL ADEQUADA S/R
nenhum dos compartimentos é quente / de dia. à noite / qual o cômodo mais QUENTE
DE DIA sala cozinha copa quarto frt fds ltd lte
DE NOITE sala cozinha copa quarto frt fds ltd lte

3. no INVERNO SUPORTÁVEL INSUPORTÁVEL ADEQUADA S/R
nenhum dos compartimentos é quente / de dia. à noite / qual o cômodo mais FRIO
DE DIA sala cozinha copa quarto frt fds ltd lte
DE NOITE sala cozinha copa quarto frt fds ltd lte

4. a casa em relação à rua é:
VERÃO: muito mais quente mais quente igual menos quente muito menos quente S/R
INVERNO: muito mais frio mais frio igual menos frio muito menos frio S/R

5. A existência de vento encanado na casa é perceptível? Sim não sentido.....

6. fizeram reformas ou melhorias? Sim não quais..... Se fizeram, por Motivos climáticos? Sim não

FIGURA 07 - Exemplo de formulário

ANEXOS

ANEXO A – Imagens de satélite no período do transecto

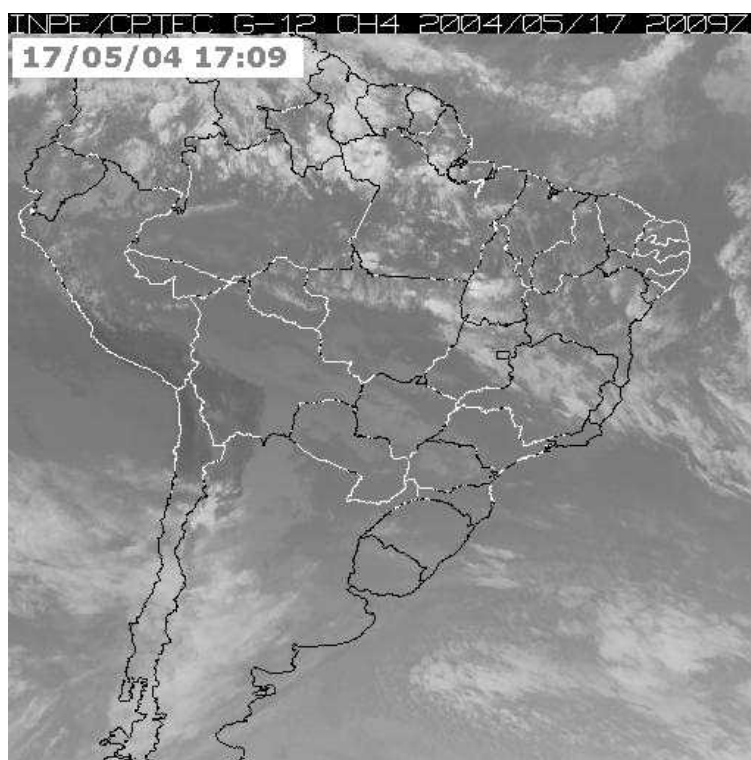


FIGURA 08

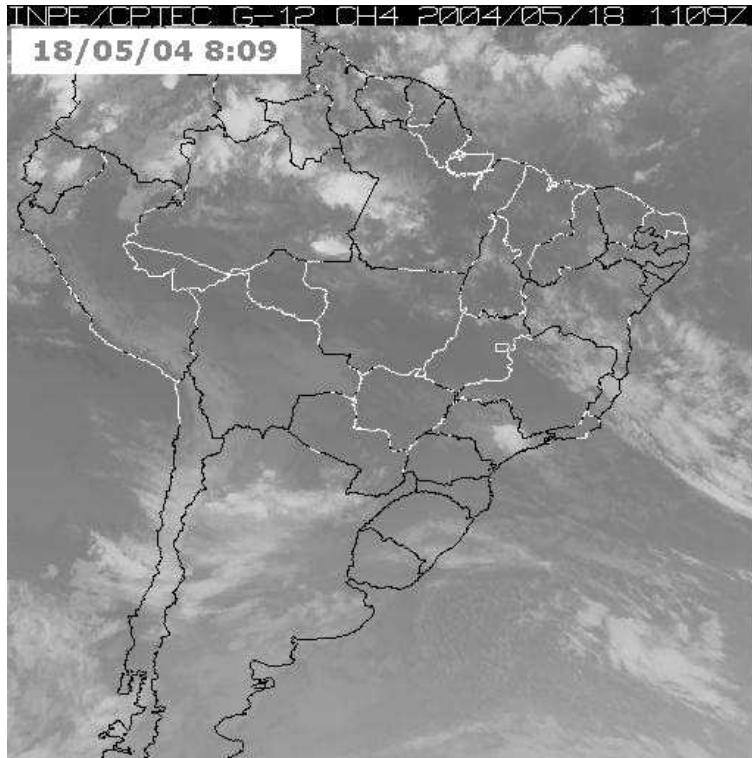


FIGURA 09

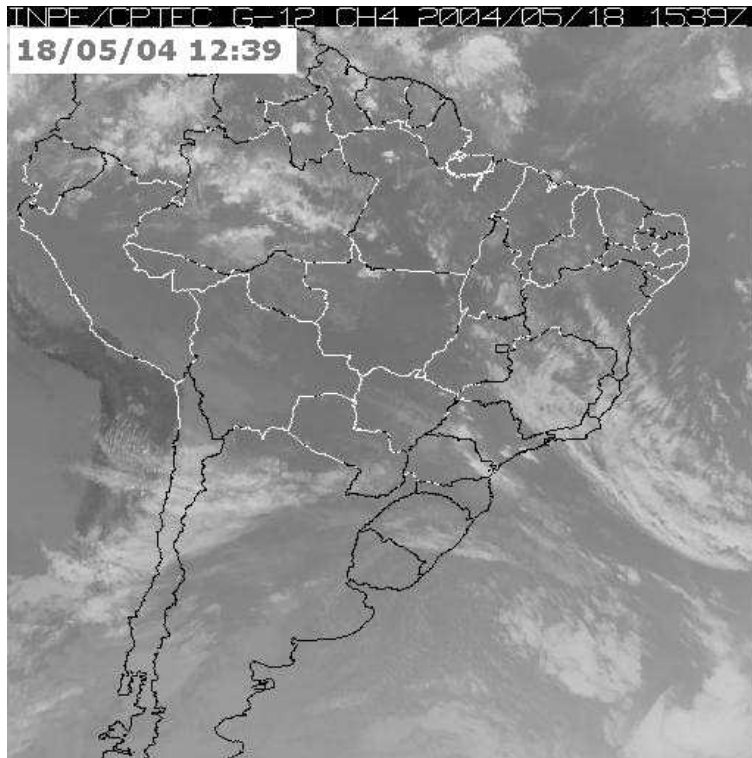


FIGURA 10

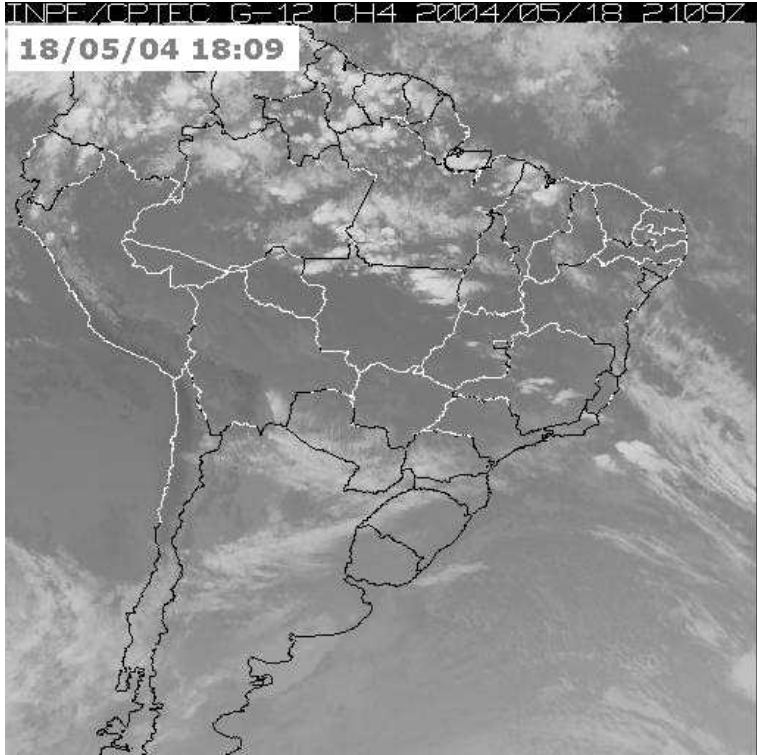


FIGURA 11

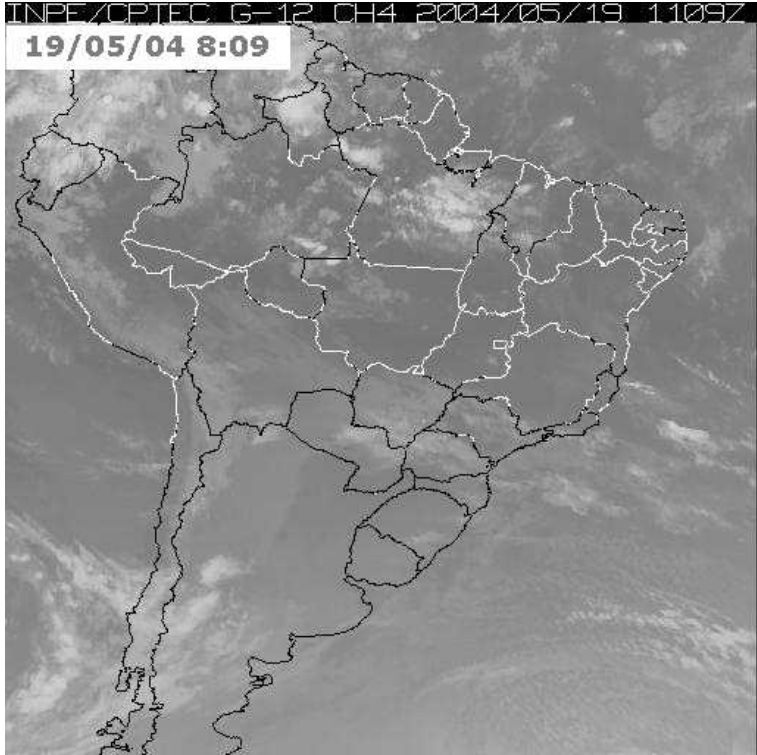


FIGURA 12

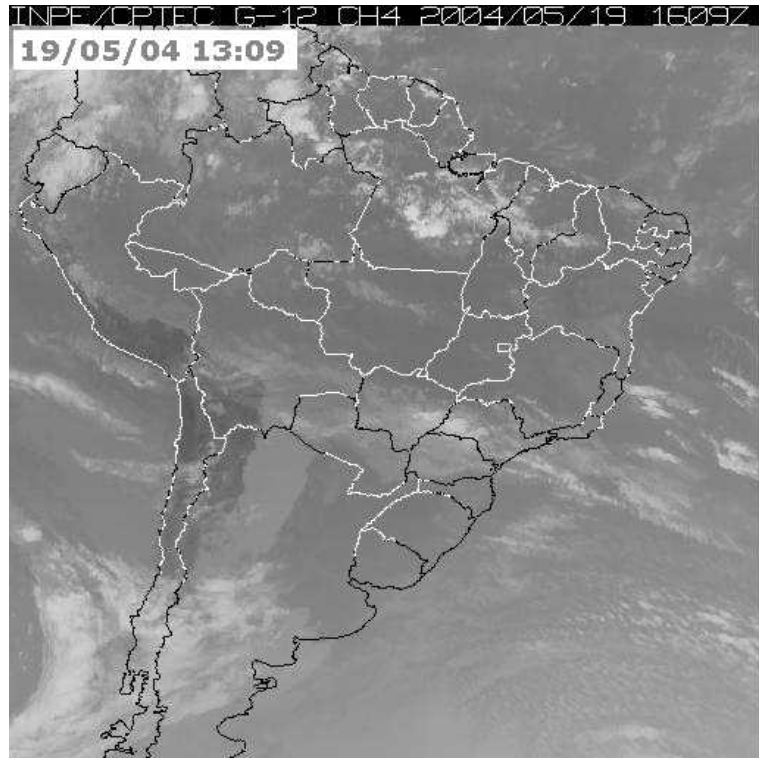


FIGURA 13

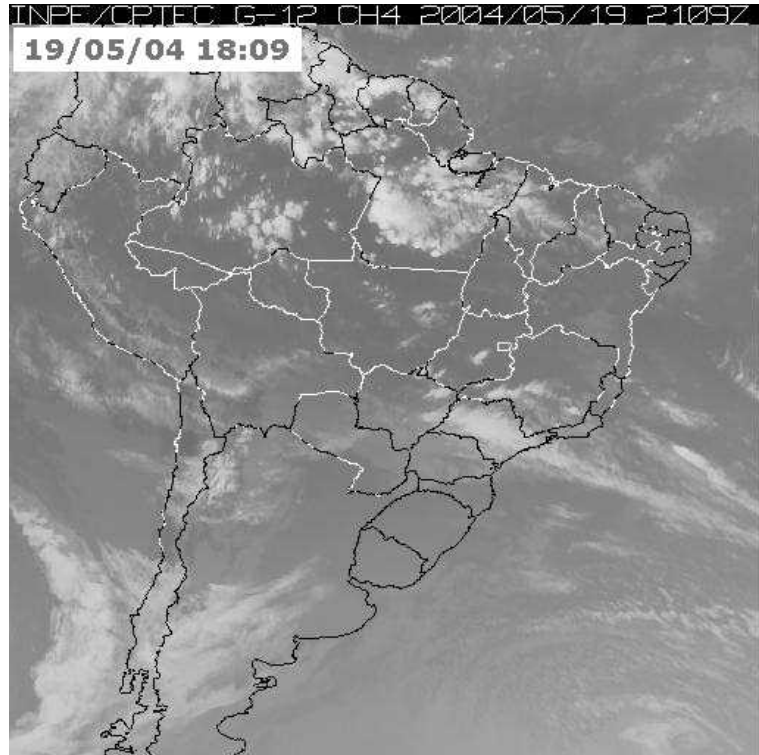


FIGURA 14

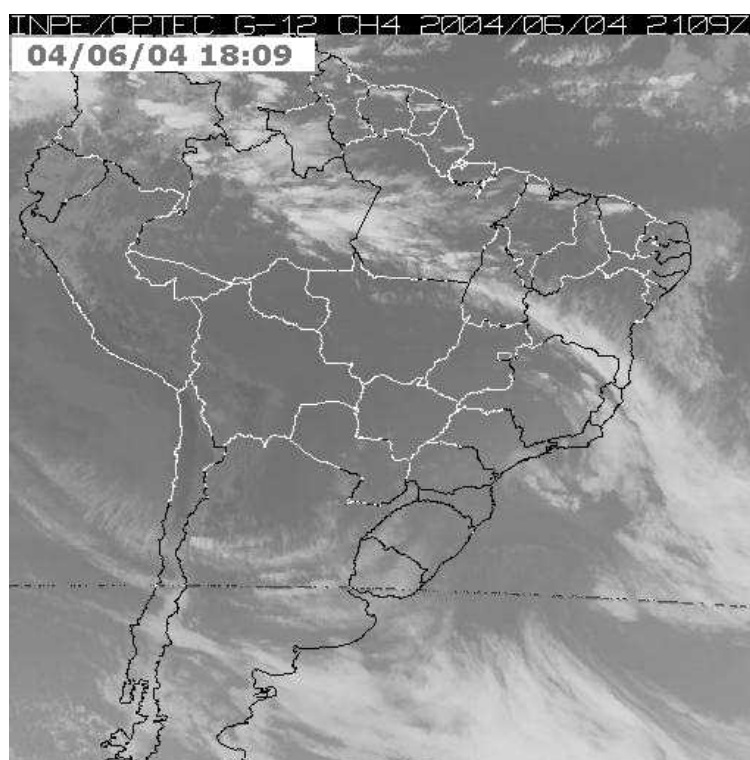


FIGURA 15

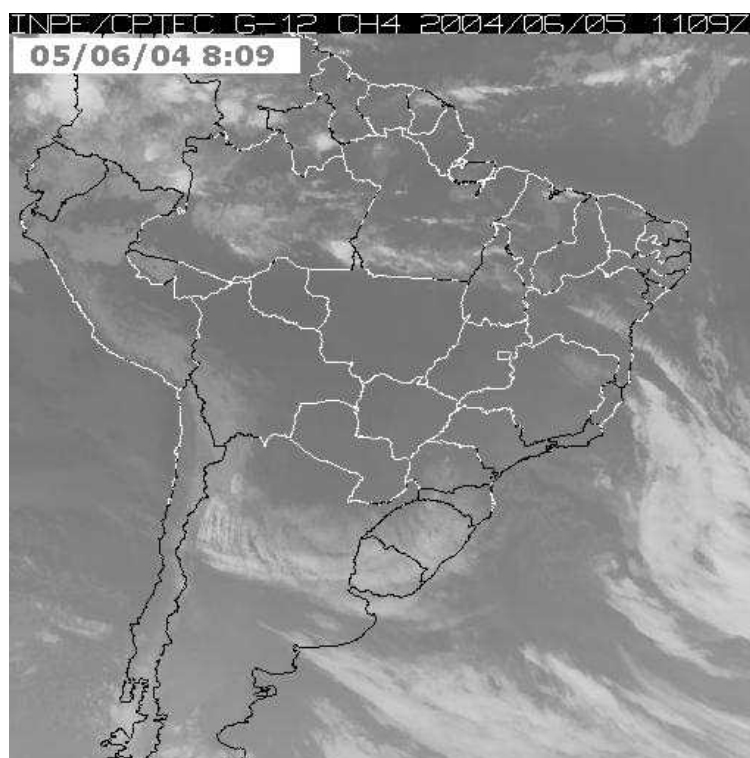


FIGURA 16

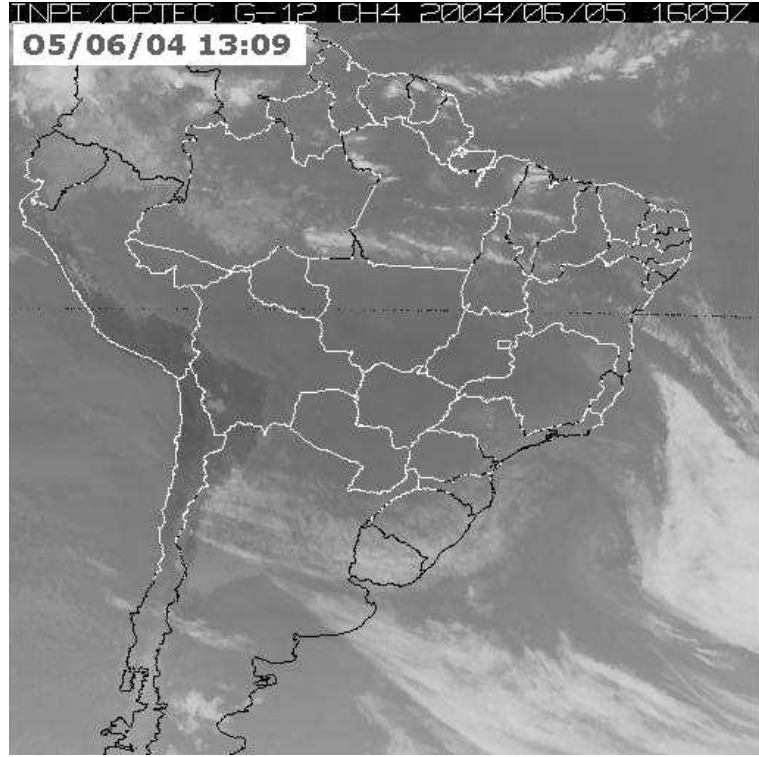


FIGURA 17

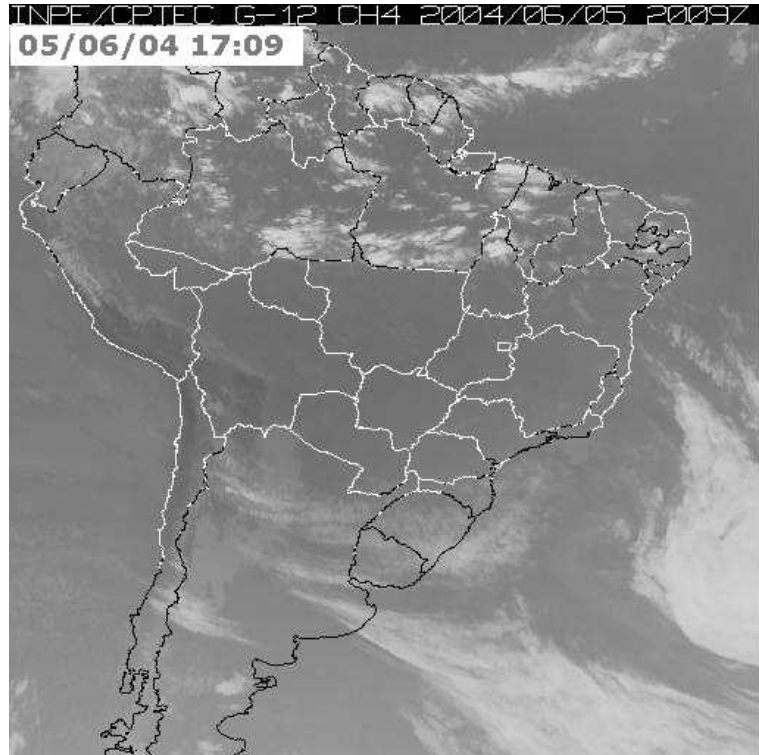


FIGURA 18

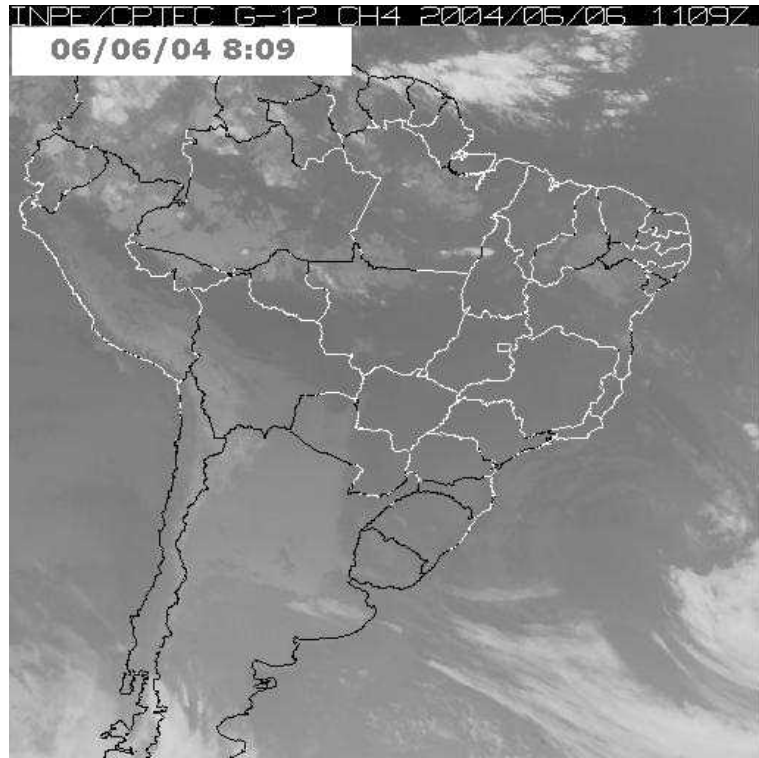


FIGURA 19

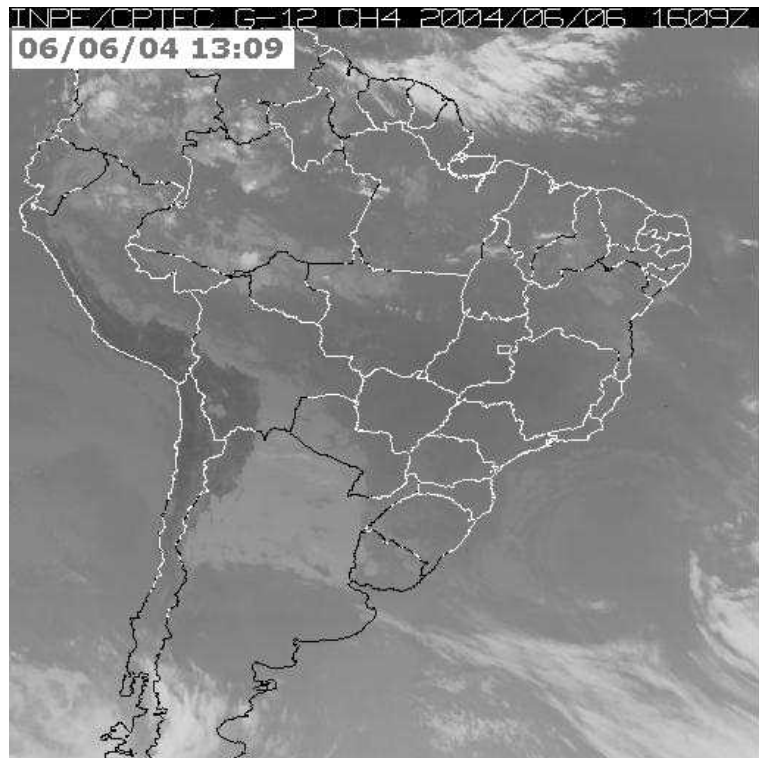


FIGURA 20

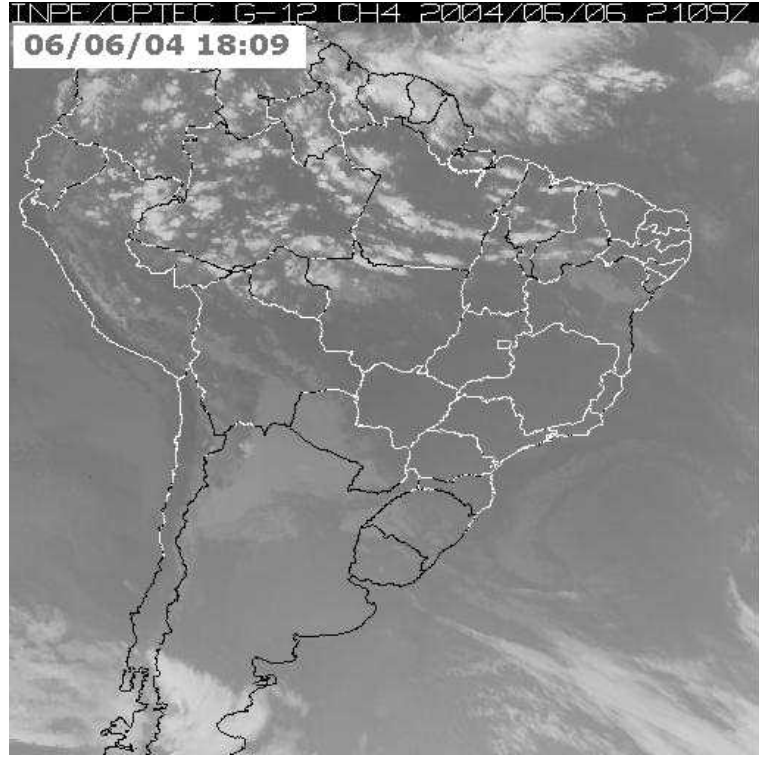


FIGURA 21

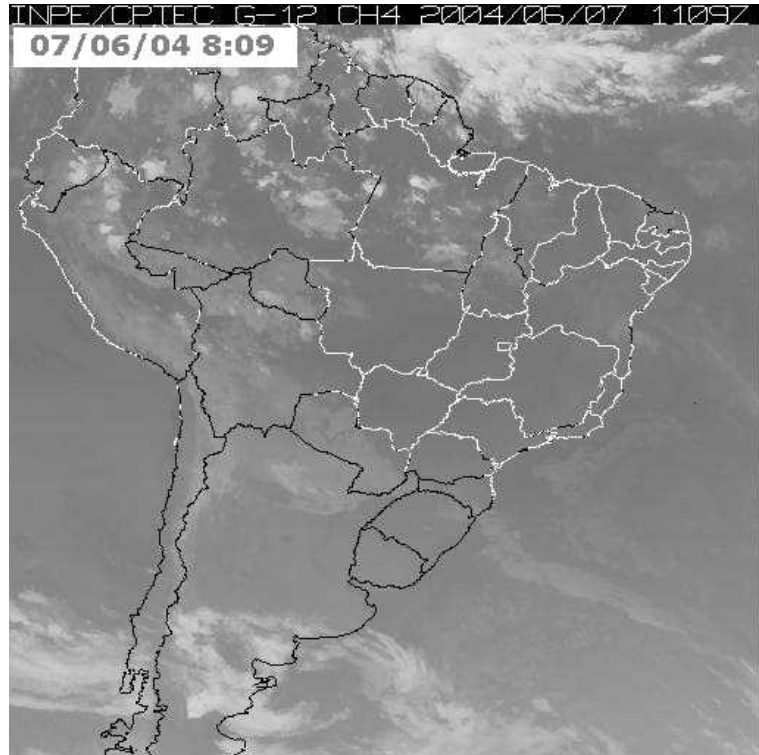


FIGURA 22

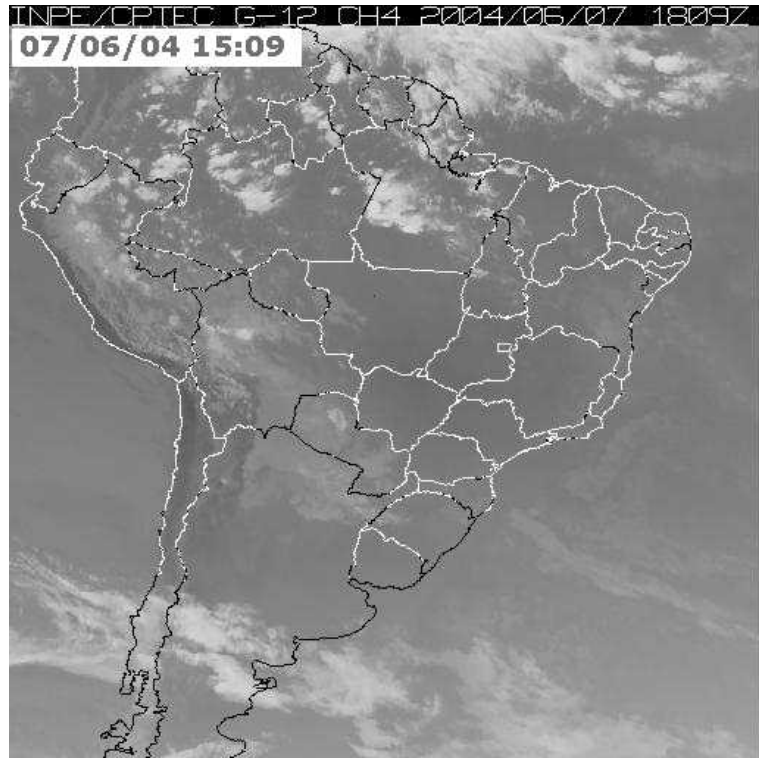


FIGURA 23

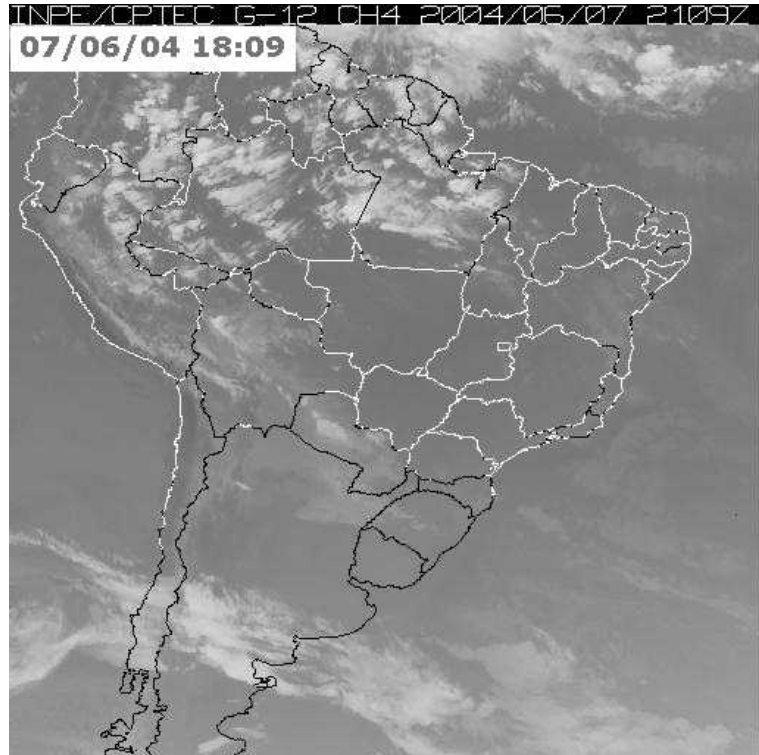


FIGURA 24

ANEXO B – NEFANÁLISE – CONCEITOS E INTERPRETAÇÕES

Fonte: Sheila Paz, meteorologista da SIMEPAR

Vórtice

Sistema de baixa pressão. Apresenta movimento circular assumido pelo escoamento atmosférico, aparecendo na forma de um funil.

Eixo do cavado em superfície

(Uma área alongada de baixa pressão atmosférica que está associada a uma área de circulação ciclônica mínima. Oposto de crista. Geralmente está associado à mudança nas condições do tempo, com formação de nebulosidade e precipitação.)

Eixo do cavado em altitude

(O mesmo descrito anteriormente, mas que ocorre em regiões mais elevadas da atmosfera.)

Eixo da crista em superfície

Uma área alongada de pressão atmosférica elevada, associada com uma área de máxima circulação anticiclônica. Oposto de cavado. Geralmente associado a melhoria das condições do tempo.

Eixo da crista em altitude

(O mesmo descrito anteriormente, mas que ocorre em regiões mais elevadas da atmosfera.)

Ondas de Montanha

As Ondas de Montanha são formadas quando ventos de 20 nós ou mais atingem perpendicularmente (com desvio máximo de 50° de ângulo) uma montanha com 30° ou mais de inclinação. A barlavento da montanha, o ar é forçado a subir, enquanto à sotavento desce e estende seu efeito para baixo sobre o vale sob a forma de ondas, que podem se propagar por vários quilômetros, sendo as ondas mais próximas à montanha as mais turbulentas. (Aparece frequentemente naquela região em que está plotada na carta sinótica, por causa dos Andes - nada de anormal está acontecendo)

Turbulência

Movimentos irregulares e instantâneos do ar, compostos de vários pequenos redemoinhos que se deslocam no ar. A turbulência atmosférica é causada por flutuações no fluxo do vento. Pode decorrer de uma corrente térmica ou de correntes convectivas, diferenças de terreno e velocidade do vento ao longo de uma zona fronteira ou da variação de temperatura e pressão.

Níveis de pressão

Alem da carta de superfície, são elaboradas cartas de níveis mais elevados da atmosfera, elaboradas para níveis de pressão constante (850hPa, 500 hPa, etc), e se destinam a analisar a situação reinante nas camadas superiores da atmosfera. Assim, é possível tirar conclusões sobre a estrutura e o possível comportamento da atmosfera, já que o vento (e portanto, o transporte de calor e vapor d'água) está fortemente condicionado pela distribuição espacial da pressão.

A figura mostra a variação da pressão da atmosfera padrão com a altitude. ($1\text{ mb} = 1\text{ hPa}$)

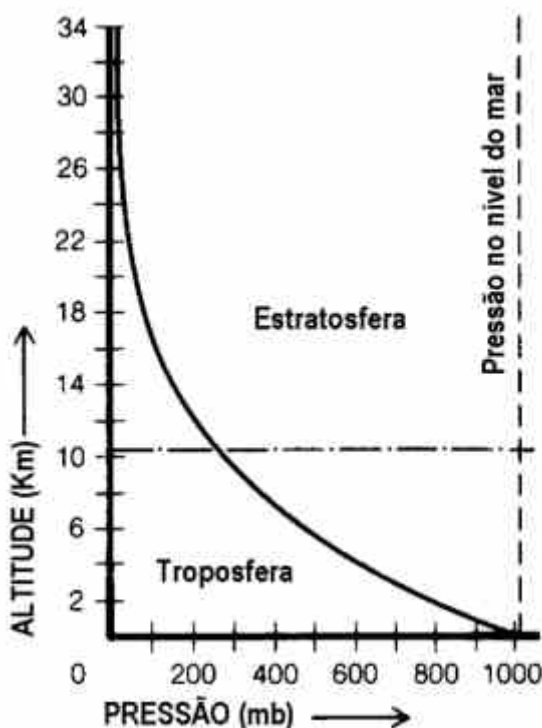


GRÁFICO 31 - Perfil vertical médio da pressão do ar
(exemplo: 600 hPa estão em aproximadamente 4 km)

Análise interpretativa pessoal da meteorologista:

"Houve a passagem de uma frente fria sobre a área abordada. Este sistema ficou de certa forma "parado" sobre a região central da Argentina e Sul do Brasil, e por isso é definido como frente estacionária (linha azul e vermelha). A frente fria (linha azul) está prolongada pelo Atlântico, com o vórtice ciclônico posicionado lá no finalzinho dela (representado por B). À retaguarda da frente fria, uma massa de ar frio e seco (o anticiclone representado por A), está migrando pelo leste da Argentina."

ANEXO C – Dados de Radiação Solar no dia 25/05/07 - SIMEPAR

Olá,

Conforme solicitação por telefone, estou enviando as informações de radiação solar registrada na estação meteorológica de Pinhais no dia 25/05/2007. A visualização desta segue na Tabela abaixo, tendo distribuição das primeiras 12 horas do dia na primeira linha e os horários restantes na segunda linha.

Se surgirem dúvidas, por favor, entre em contato.

TABELA 23 – DADOS DA RADIAÇÃO SOLAR (cópia de consulta por e-mail)

PINHAIS												
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Radiação Solar (W/m ²)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	102.0	286.0	461.0	591.0
	664.0	684.0	639.0	530.0	366.0	172.0	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

FONTE: Sheila Paz – meteorologista, www.simepar.br

Return-Path: <sheila@simepar.br>

Delivered-To: arquiteto@miltondealmeida.com.br

Received: (qmail 3824 invoked by uid 89); 13 Jun 2007 20:11:01 -0000

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)