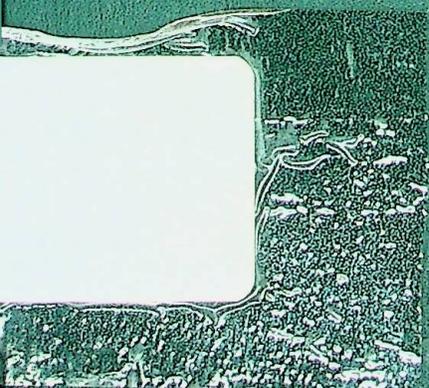


LUIZIANO César Bezerra Barbosa

Análise das condições de conforto térmico em  
um shopping center em Natal/RN com base na  
avaliação pós-ocupação

Natal  
2002



LUCIANO CÉSAR BEZERRA BARBOSA

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO EM  
UM SHOPPING CENTER EM NATAL/RN COM BASE NA  
AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO**

Natal

2002

LUCIANO CÉSAR BEZERRA BARBOSA

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO EM  
UM SHOPPING CENTER EM NATAL/RN COM BASE NA  
AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, com vistas à obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Máisa Fernandes Dutra Veloso.

Natal  
2002

MEC UFRN Biblioteca Central "Zila Mamede"

72:697

183.555103

Nº de Chamada

Registro

B238a

16107103

Fornecedor

DISSERT

Forma de Aquisição

Doação pat

Empenho

R\$20,00

Preço



L183555

Aleph 45106

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede. Divisão de Serviços Técnicos.

Barbosa, Luciano César Bezerra

Análise das condições de conforto térmico em um shopping center em Natal/RN com base na avaliação pós-ocupação/Luciano César Bezerra Barbosa. - Natal, 2002.

134 p.: il.

Orientador: Maísa Fernandes Dutra Veloso

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

1. Arquitetura e clima - Tese. 2. Conforto térmico - Tese. 3. Edificações - Tese. 4. Shopping Center Praia Shopping Natal (RN) - Tese. I. Veloso, Maísa Fernandes Dutra. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título

RN/UF/BCZM

CDU 72:697

## AGRADECIMENTOS

Aos membros do PPGM/UFPR que, apesar das dificuldades pelas quais passo a Universidade, graças à qual, conseguiram conduzir este programa com competência e dedicação.

A minha orientadora, Maria Veloso, pelo empenho em tornar-me Mestre.

A Paula, Dra. Virginia Araújo pelo empréstimo de livros e equipamentos, sem os quais não seria possível realizar esta pesquisa.

A minha esposa Eunádia pela paciência, compreensão e cooperação na coleta de dados e revisão da dissertação.

Aos meus filhos Lina e David, motivação maior para todo meu empenho.

As colegas de turma Rita de Cassia e Trícia Santana.

A administração do Praia Shopping, pela cooperação e atenção dada a esta pesquisa.

Aos Drs. Fernando Litta e Fabiano Pereira, superintendente e arquiteto-projetista do Praia Shopping, respectivamente.

A Consultoria de Estatística da UFPR - CONSULEST, em especial ao Fátima Moura, pelo auxílio na coleta de dados e tratamento dos dados.

Para Eunádia, Lina e David.

Para Lourdinha (*in memoriam*) e Barbosa (*in memoriam*)

Aos meus pais, Lourdinha e Barbosa, que, mesmo de um plano superior de vida, competiram comigo nesta conquista.

## AGRADECIMENTOS

Aos professores do PPGAU que, apesar das dificuldades pelas quais passa a Universidade pública brasileira, conseguem conduzir este programa com competência e dedicação.

À minha orientadora Máisa Veloso pelo empenho em tornar-me Mestre.

À Profa. Dra. Virgínia Araújo pelo empréstimo de livros e equipamentos, sem os quais não seria possível realizar esta pesquisa.

À minha esposa Eunádia pela paciência, compreensão e cooperação na coleta de dados e revisão da dissertação.

Aos meus filhos Lina e David, motivação maior para todo meu empenho.

Às colegas de turma Rita de Cássia e Trícia Santana.

À superintendência do Praia Shopping, pela cooperação e atenção dada a esta pesquisa.

Aos Srs. Fernando Lessa e Fabiano Pereira, superintendente e arquiteto projetista do Praia Shopping, respectivamente.

À Consultoria de Estatística do Departamento de Estatística da UFRN – CONSULEST, em especial ao Prof. Henrique Araújo, pela consultoria estatística na etapa do tratamento dos dados.

Aos meus pais, Lourdinha e Barbosa que, mesmo de um plano superior de vida, compartilham comigo esta conquista.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	i
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS</b> .....	ix
<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>1. PROBLEMÁTICA</b> .....	8
1.1. Origem dos Shopping Centers .....	8
1.2. Shopping Centers no Brasil .....	9
1.3. Modelos de Shopping Centers .....	11
1.4. Shopping Centers em Natal e o Praia Shopping .....	13
1.5. O problema .....	16
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL</b> .....	19
2.1. Estudos precedentes .....	19
2.2. Variáveis ambientais .....	26
2.3. Variáveis psicofisiológicas .....	33
2.4. Variáveis arquitetônicas .....	39
2.5. Princípios conceituais da Avaliação Pós-Ocupação – APO .....	44

<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	49
3.1.Amostragem .....	49
3.2.Pesquisa de campo.....	52
3.3.Métodos para análise da edificação .....	63
3.4.Procedimentos para os cálculos dos Índices da TEP e da PPD.....	65
3.5.Incertezas experimentais .....	66
<b>4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	67
4.1.Dados gerais relativos aos dois períodos estudados .....	68
4.2.Análise das variáveis ambientais relativas aos dois períodos estudados ...	69
4.3.Análise das variáveis psicofisiológicas relativas aos dois períodos estudados .....	76
4.4.Distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários para os dois períodos estudados e análises.....	78
4.5.Cálculos da Temperatura Efetiva Padrão (TEP) e da Percentagem de Pessoas Insatisfeitas (PPD) e análise comparativa com as sensações indicadas pelos usuários.....	88
4.6.Cruzamentos entre as sensações associadas e o grau de satisfação dos usuários.....	95
4.7.Parâmetros de conforto térmico relativos aos dois períodos estudados e análises .....	96
4.8.Análise da edificação .....	103
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	116
5.1.Discussão da hipótese .....	116

5.2. Conclusões .....	118
5.3. Recomendações para o Praia Shopping .....	120
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>127</b>
1.1-Mapa do Bairro de Capim Macio com localização do Praia Shopping.....	14
1.2-Foto da fachada nordeste do Praia Shopping.....	15
2.1-Histograma de Temperatura Efetiva para pessoas normalmente vestidas, em trabalho leve.....	24
3.1-Localização da cidade de Natal/RN.....	53
3.2-Gráfico do comportamento dos dias típicos da temperatura do ar para Natal/RN.....	53
3.3-Gráfico do comportamento dos dias típicos da umidade relativa do ar para Natal/RN.....	54
3.4-Gráfico do comportamento dos dias típicos da velocidade dos ventos para Natal/RN.....	54
3.5-Gráfico do comportamento do dia típico de radiação solar para o período de abril a setembro para a região de estudo.....	54
3.6-Gráfico do comportamento do dia típico de radiação solar para o período de outubro a março para a região de estudo.....	55
3.7-Planta baixa esquemática do Praia Shopping, com definição das zonas e pontos de medições.....	56

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura nº</b>	<b>Página</b>
1.1-Mapa do Bairro de Capim Macio com localização do Praia Shopping.....	14
1.2-Foto da fachada nordeste do Praia Shopping.....	15
2.1-Nomograma de Temperatura Efetiva para pessoas normalmente vestidas, em trabalho leve.....	24
3.1-Localização da cidade de Natal/RN.....	53
3.2-Gráfico do comportamento dos dias típicos da temperatura do ar para Natal/RN.....	53
3.3-Gráfico do comportamento dos dias típicos da umidade relativa do ar para Natal/RN.....	54
3.4-Gráfico do comportamento dos dias típicos da velocidade dos ventos para Natal/RN.....	54
3.5-Gráfico do comportamento do dia típico da radiação solar para o período de abril a setembro para a região de estudo.....	54
3.6-Gráfico do comportamento do dia típico da radiação solar para o período de outubro a março para a região de estudo.....	55
3.7-Planta baixa esquemática do Praia Shopping, com definição das zonas e pontos de medições.....	56

3.8-Formulário do pesquisador.....	60
3.9-Medição na zona 01 – circulação.....	62
situação nas circulações no primeiro período estudado – julho	
4.1-Gráfico das Temperaturas de Bulbo Sêco – TBS – médias, em °C, para as medições efetuadas nas circulações no primeiro período estudado – julho, 2001.....	69
situação nas circulações no segundo período estudado – dezembro, 2001	
4.2-Gráfico das Temperaturas de Bulbo Sêco – TBS – médias, em °C, para as medições efetuadas nas circulações no segundo período estudado – dezembro, 2001.....	69
situação nas lojas no primeiro período estudado – julho, 2001	
4.3-Gráfico das Temperaturas de Bulbo Sêco – TBS – médias, em °C, para as medições efetuadas nas lojas no primeiro período estudado – julho, 2001.....	70
situação nas lojas no segundo período estudado – dezembro, 2001	
4.4-Gráfico das Temperaturas de Bulbo Sêco – TBS – médias, em °C, para medições efetuadas nas lojas no segundo período estudado – dezembro, 2001.....	70
situação nas circulações no primeiro período estudado – julho, 2001	
4.5-Gráfico das Umidades Relativas – UR – médias, em %, para as medições efetuadas nas circulações no primeiro período estudado – julho, 2001.....	71
situação nas circulações no segundo período estudado – dezembro, 2001	
4.6-Gráfico das Umidades Relativas – UR – médias, em %, para as medições efetuadas nas circulações no segundo período estudado – dezembro, 2001.....	72
situação nas lojas no primeiro período estudado – julho, 2001....	
4.7-Gráfico das Umidades Relativas – UR – médias, em %, para as medições efetuadas nas lojas no primeiro período estudado – julho, 2001....	72
situação nas lojas no segundo período estudado – dezembro,	
4.8-Gráfico das Umidades Relativas – UR – médias, em %, para as medições efetuadas nas lojas no segundo período estudado – dezembro,	

2001.....	72
4.9-Gráfico das Velocidades do Ar – V – médias, em m/s, para as medições efetuadas nas circulações no primeiro período estudado – julho, 2001.....	73
4.10-Gráfico das Velocidades do Ar – V – médias, em m/s, para as medições efetuadas nas circulações no segundo período estudado – dezembro, 2001.....	73
4.11-Gráfico das Temperaturas de Bulbo Úmido – TBU – médias, em °C, para as medições efetuadas nas circulações no primeiro período estudado – julho, 2001.....	74
4.12-Gráfico das Temperaturas de Bulbo Úmido – TBU – médias, em °C, para as medições efetuadas nas circulações no segundo período estudado – dezembro, 2001.....	75
4.13-Gráfico das Temperaturas de Bulbo Úmido – TBU – médias, em °C, para as medições efetuadas nas lojas no primeiro período estudado – julho, 2001.....	75
4.14-Gráfico das Temperaturas de Bulbo úmido – TBU – médias, em °C, para as medições efetuadas nas lojas no segundo período estudado – dezembro, 2001.....	75
4.15-Gráfico da frequência relativa ao sexo dos usuários pesquisados para os dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.....	76
4.16-Gráfico da frequência relativa à idade dos usuários pesquisados nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.....	77
4.17-Gráfico da frequência relativa às roupas dos usuários pesquisados e seus respectivos índices de resistência térmica para os dois períodos	

estudados – julho e dezembro, 2001.....	77
4.18-Gráfico da frequência relativa ao peso dos usuários pesquisados para os dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.....	78
4.19-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários em percentuais totais nas lojas e circulações para o primeiro período estudado – julho, 2001.....	79
4.20-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários em percentuais totais nas lojas e circulações para o segundo período estudado – dezembro, 2001.....	79
4.21-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários nas lojas e circulações para o primeiro período estudado – julho, 2001.....	80
4.22-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários nas lojas e circulações para o segundo período estudado – dezembro, 2001.....	81
4.23-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários, para o tipo 1 (funcionário), diferenciando os funcionários das lojas dos funcionários das circulações, nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.....	81
4.24-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários de ambos os sexos para o primeiro período estudado – julho, 2001.....	83
4.25-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários de ambos os sexos para o segundo período estudado – dezembro, 2001.....	83

4.26-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por faixas etárias para o primeiro período estudado – julho/2001.....	84
4.27-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por faixas etárias para o segundo período estudado – dezembro/2001.....	84
4.28-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por zonas de medições para o primeiro período estudado – julho/2001.....	85
4.29-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por zonas de medições para o segundo período estudado – dezembro/2001.....	85
4.30-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários – funcionários e clientes – para o primeiro período estudado – julho/2001.....	87
4.31-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários – funcionários e clientes – para o segundo período estudado – dezembro/2001.....	87
4.32-Zona de conforto proposta por Koenigsberger et al (1977, p.74), e a definida para o local estudado – circulações – delimitadas sobre o Nomograma da Temperatura Efetiva, para os dois períodos estudados – julho e dezembro/2001.....	99
4.33-Zona de conforto proposta por Koenigsberger et al (1977, p.74), e a definida para o local estudado – lojas – delimitadas sobre o Nomograma da Temperatura Efetiva, para os dois períodos estudados – julho e	

dezembro/2001.....	102
4.34-Planta baixa esquemática do Praia Shopping, indicando: as zonas de medições, os ventos dominantes, a ventilação interna e as aberturas de acesso dos usuários.....	106
4.35-Corte transversal esquemático do Praia Shopping.....	107
4.36-Foto da fachada NOROESTE do Praia Shopping com abertura a barlavento.....	108
4.37-Foto da fachada SUDESTE do Praia Shopping com aberturas a barlavento.....	108
4.38-Foto da circulação principal do Praia Shopping com abertura SUDESTE, a barlavento, ao fundo.....	110
4-39-Gráfico da trajetória solar para latitude de 6° (Natal/RN: 5°45'54"), com estudo da insolação para as fachadas NE e SO do Praia Shopping.....	111
4.40-Gráfico da trajetória solar para latitude de 6° (Natal/RN: 5°45'54"), com estudo da insolação para as fachadas NO e SE do Praia Shopping.....	112
4.41-Gráfico da trajetória solar para latitude de 6° (Natal/RN: 5°45'54"), com estudo das máscaras de sombras para as fachadas NO e SE do Praia Shopping.....	113
A.1-Gráfico da frequência relativa ao tipo dos usuários pesquisados nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.....	128
A.2-Gráfico da frequência relativa às atividades dos usuários pesquisados nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.....	128

B.1-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por atividade nos dois períodos estudados – julho e dezembro de 2001.....	130
B.2-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por tipo de roupas, com seus respectivos Índices de resistência térmica, nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.....	130
B.3-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários, por faixas de peso, nos dois períodos estudados – julho e dezembro de 2001.....	130
C.1-Distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários, por zona de conforto, para o tipo 1 (funcionário), nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.....	132
C.2-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários, por zona de conforto, para o tipo 2 (cliente), nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.....	132
D.1-Gráfico da frequência relativa à resposta dos usuários quando perguntados sobre a necessidade de ar condicionado nas circulações do Praia Shopping, nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001..	134
E.1-Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários, por zona de conforto, para os dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.....	130

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela nº</b>	<b>Página</b>
2.1-Valores para resistência térmica de alguns tipos de roupas.....	35
2.2-Valores de metabolismo, eficiência mecânica e velocidade relativa.....	37
3.1-Escalas de percepção/sensações térmicas.....	59
4.1-Dias pesquisados e quantidade de questionários aplicados nos dois períodos estudados por zona de conforto e por local (lojas e circulações)....	68
4.2-Cálculos da TEP (SET) e da PPD para as circulações.....	90
4.3-Cálculos da TEP (SET) e da PPD para as lojas.....	91
4.4-Cruzamento das sensações associadas com o grau de satisfação dos usuários para a resposta confortável, para o primeiro período estudado.....	95
4.5-Cruzamento das sensações associadas com o grau de satisfação dos usuários para a resposta confortável, para o segundo período estudado.....	96
4.6-Médias das variáveis ambientais verificadas nas circulações para os dois horários de medições, cruzadas com o grau de satisfação dos usuários, para os dois períodos estudados – julho e dezembro/2001.....	97
4.7-Médias das variáveis ambientais verificadas nas lojas para os dois horários de medições, cruzadas com o grau de satisfação dos usuários, para os dois períodos estudados – julho e dezembro/2001.....	100

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABRASCE – Associação Brasileira de Shopping Centers

APO – Avaliação Pós-Ocupação

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers

ICE – Índice de Conforto Equatorial

NGDC – National Geophysical Data Center

ONU – Organização das Nações Unidas

PPD – Percentual de Pessoas Insatisfeitas

SC – Shopping Center

TE – Temperatura Efetiva

TEC – Temperatura Efetiva Corrigida

TEP – Temperatura Efetiva Padrão

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UR – Umidade Relativa do Ar

TBS – Temperatura de Bulbo Seco

TBU – Temperatura de Bulbo Úmido

BARBOSA, Luciano C. Bezerra. *Análise das Condições de Conforto Térmico em um Shopping Center em Natal/RN com base na Avaliação Pós-Ocupação*. Natal, 2002. Dissertação (Mestrado). Departamento de Arquitetura. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## RESUMO

As edificações devem atender a requisitos de desempenho térmico que considerem o conforto dos seus usuários. Esse desempenho pode ser sistematicamente avaliado através do uso de diversas ferramentas adequadas às aferições de controle de qualidade, dentre as quais destaca-se a Avaliação Pós-Ocupação de ambientes construídos. Buscou-se nesta pesquisa verificar se estão sendo atendidas as exigências quanto ao conforto térmico dos usuários do Shopping Center Praia Shopping, em Natal/RN, nas suas áreas comuns e nas suas lojas. Esta verificação foi efetuada em dois períodos distintos por meio de análises técnicas do ambiente, através das medições das variáveis ambientais, e segundo o ponto de vista dos usuários, através da aplicação de questionários. Buscou-se também avaliar a edificação quanto à sua adequação às recomendações projetuais para regiões de clima quente-úmido. A hipótese principal é que espaços comerciais, se corretamente projetados, podem prescindir de condicionamento artificial do ar, especialmente em suas áreas comuns, sem prejuízo das condições de conforto térmico. O tratamento estatístico e a análise qualitativa dos diversos dados coletados permitiram a discussão da hipótese formulada, a apresentação de resultados conclusivos e a formulação de recomendações para a edificação estudada.

BARBOSA, Luciano C. Bezerra. *An Analysis of the Thermal Confort Levels in a Shopping Center in Natal/RN based on Post-Occupancy Evaluation*. Natal, 2002. Master's Thesis. Department of Architecture of UFRN.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS ABSTRACT

As edificações devem atender, em suas partes e no seu todo, determinados requisitos de desempenho que correspondem às necessidades dos seus usuários. A

Buildings should meet the thermal confort needs of their users. This can be systematically evaluated through a number of measuring tools that can effectively appraise quality control, among them the Post-Occupancy Evaluation of constructed environments. This research attempted to verify whether or not the thermal confort in shops and common areas are meeting the users' needs in the Shopping Center Praia Shopping, in Natal/RN. This verification was done in two distinct periods by means of environmental variables, and from the users point of view, through the application of questionnaires. An attempt was also made to evaluate the overall construction in regard to design recommendations for hot-humid climates. The main hypothesis is that commercial space that is properly designed can do without artificial air conditioning, especially in common areas, without compromising thermal confort levels. The statistical treatment and qualitative analysis of the collected data allowed for the discussion of the hypothesis, the presentation of conclusive results and the formulation of recommendations for the construction under investigation.

## INTRODUÇÃO

### CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As edificações devem atender, em suas partes e no seu todo, determinados requisitos de desempenho que considerem as necessidades dos seus usuários. A verificação deste desempenho implica no uso de ferramentas de aferição de controle de qualidade, através de avaliações sistemáticas dos ambientes construídos.

As avaliações de desempenho envolvem uma abordagem complexa e multifacetada. O comportamento das edificações, em seus diversos elementos e instalações, envolve vários aspectos que vão desde o funcional, passando pelo conforto térmico, visual e acústico, até questões estruturais e de salubridade, dentre outros.

A Avaliação Pós-Ocupação (APO) de ambientes construídos é uma das abordagens, ou conjunto de técnicas metodológicas, mais adequadas e comumente utilizadas para a avaliação de desempenho dos espaços edificados. Tem como prioridade os aspectos de uso, operação e manutenção das edificações, sendo o ponto de vista dos usuários essencial dentro do processo avaliativo.

Esta pesquisa baseia-se na abordagem da avaliação do desempenho térmico, na qual busca-se verificar se determinado ambiente construído atende às exigências dos usuários, em termos de conforto térmico, através de análises técnicas do ambiente e segundo o ponto de vista destes usuários. A intenção é de avaliar se este ambiente interno é adequado termicamente, através da utilização de técnicas da Avaliação Pós-Ocupação.

Considera-se como termicamente adequados os espaços que permitem o desempenho otimizado de determinadas atividades, propiciando a seus usuários condições de conforto, ou seja, evitando sensações desagradáveis como o excesso de transpiração, a perda ou o ganho de calor acentuados, entre outras.

As sensações de conforto térmico estão associadas aos ritmos de trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente. Desta forma, o conforto deve ser observado tanto do ponto de vista do usuário como do ambiente. As sensações de conforto experimentadas pelo homem são resultado de muitos fatores tais como: capacidade de aclimatação ao meio ambiente, hábitos alimentares, taxa metabólica, idade, sexo, vestimentas, dentre outros.

Quanto ao ambiente, as sensações de conforto ou desconforto provocadas no usuário estão vinculadas principalmente às seguintes variáveis ambientais: temperatura do ar, umidade relativa, temperatura radiante média e velocidade do ar.

Existem ainda as variáveis arquitetônicas que interferem nas sensações de conforto que são, por exemplo, os materiais empregados na construção, a implantação do edifício no lote e o tamanho e posicionamento das aberturas permitindo a ventilação interna à edificação.

Com vistas à análise da interação entre os fatores de ordem humana e as variáveis ambientais e arquitetônicas, foram utilizadas nesta pesquisa as seguintes ferramentas:

- Medições das variáveis ambientais, que permitiram a definição dos parâmetros de conforto térmico;
- Aplicação de questionários, buscando nos usuários as respostas quanto às sensações de conforto experimentadas, de acordo com escalas de valores mensuráveis;

- Análise estatística dos dados relativos ao grau de satisfação dos usuários e aqueles relativos às variáveis ambientais medidas;
- Análise dos componentes arquitetônicos da edificação e das soluções projetuais adotadas.

### **OBJETO DE ESTUDO**

O objeto de estudo desta pesquisa é o conforto térmico dos usuários de uma edificação comercial, especificamente, dos funcionários e clientes do Shopping Center Praia Shopping, localizado no bairro de Capim Macio, em Natal/RN.

### **OBJETIVO**

- Analisar o Shopping Center Praia Shopping, por meio das técnicas de Avaliação Pós-Ocupação, buscando nas respostas dos usuários, nas medições das variáveis ambientais e na análise dos componentes arquitetônicos da edificação, a confirmação de que as condições de conforto térmico estão sendo atendidas.

São ainda objetivos específicos desta pesquisa:

- Aprofundar o estudo das relações entre clima, arquitetura e conforto térmico dos usuários, através da análise do desempenho térmico em ambientes construídos;
- Determinar o comportamento das variáveis ambientais que atuam sobre as sensações de conforto térmico dos usuários do Shopping Center Praia Shopping, a partir de medições sistemáticas, e compará-las com a zona de

conforto térmico proposta por Koenigsberger et al (1977, p.74) definida sobre o nomograma de Temperatura Efetiva;

- Efetuar os cálculos da Temperatura Efetiva Padrão (TEP) e da Percentagem de Pessoas Insatisfeitas (PPD), e estabelecer análises comparativas entre os resultados obtidos e os resultados dos dados coletados, quanto ao grau de satisfação dos usuários, a partir de suas sensações quanto ao conforto térmico;
- Analisar o prédio objeto deste estudo, sob o ponto de vista das variáveis arquitetônicas, verificando desta forma se as recomendações projetuais para edificações em regiões de clima quente-úmido foram seguidas;
- Fornecer uma contribuição para futuros projetos de arquitetura, bem como para o prédio estudado, com ênfase no conforto térmico nas edificações, no sentido de retroalimentar iniciativas que visem o controle da qualidade do ambiente construído.

## HIPÓTESE

Os espaços construídos destinados ao uso comercial, particularmente os Shopping Centers, se corretamente projetados, podem prescindir do condicionamento artificial do ar em suas áreas comuns, sem que sejam prejudicadas as condições de conforto térmico dos seus usuários.

## JUSTIFICATIVA

Conforme Ornstein (1992, p.19-20):

No Brasil, a fase de produção do edifício é razoavelmente bem conhecida, mas a visão sistêmica do processo se torna incompleta, na medida em que existem, ainda, poucas pesquisas voltadas para a fase de uso, operação e manutenção, o que faz com que seja reduzida a vida útil destes ambientes construídos, pela ausência, desde o projeto, desse tipo de análise preventiva. Além disto, ocorre a repetição de falhas em projetos futuros de edifícios semelhantes, devido à ignorância dos fatos ocorridos em ambientes já em uso. Este círculo vicioso pode ser rompido, na medida em que se procure conhecer essas edificações, tanto do ponto de vista técnico, quanto do ponto de vista dos usuários.

Observa-se que este fato também ocorre na cidade de Natal que é carente de estudos científicos que revelem o desempenho das edificações aqui construídas, em especial no que diz respeito ao conforto ambiental. Deve-se verificar a inserção cada vez maior da cidade de Natal no contexto dos empreendimentos comerciais do tipo Shopping Center, com a construção nos últimos anos de alguns estabelecimentos deste tipo, inclusive aqueles caracterizados por serem abertos e não contarem com climatização através de sistemas de ar-condicionado.

Desta forma, justificamos a relevância da realização da análise de desempenho de uma edificação, a partir de um estudo de caso específico, com vistas à proposição de recomendações que permitam aos projetistas e construtores produzir edificações otimizadas do ponto de vista do conforto térmico.

## ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação foi estruturada da seguinte forma:

- No primeiro capítulo, foi apresentada a problemática, começando pela caracterização dos Shopping Centers, desde as suas origens, até a definição

- dos modelos hoje vinentes no mundo e, em especial, no Brasil. Apresentou-se a realidade em Natal quanto aos estabelecimentos aqui existentes e o Praia Shopping foi inserido nesta realidade. Finalmente, abordou-se a questão dos padrões de satisfação dos usuários, especificamente aqueles relativos ao conforto térmico, dentro de um contexto de interação entre as sensações de conforto destes usuários e as alterações do ambiente construído causadas pela dinâmica característica da implantação dos estabelecimentos comerciais do tipo Shopping Center;
- No segundo capítulo, foram feitos os delineamentos teórico e analítico dos princípios norteadores do estudo do conforto térmico, através da revisão dos estudos precedentes realizados. Procurou-se também estabelecer critérios para a avaliação de desempenho, identificando-se as variáveis ambientais, psicofisiológicas e arquitetônicas que influem nas sensações humanas de conforto térmico. Finalmente, a Avaliação Pós-Ocupação (APO) foi apresentada como abordagem válida para aferição do desempenho das edificações;
  - No terceiro capítulo, foram definidos os procedimentos metodológicos aplicados nesta pesquisa, segundo um processo dinâmico que é inerente às pesquisas que utilizam a APO para análise dos ambientes construídos. Este processo resulta em um conjunto de técnicas, prescritas por diversos autores, que constituem o aporte metodológico do presente trabalho;
  - Na apresentação e análise dos dados, no quarto capítulo, encontram-se o tratamento estatístico e a análise dos diversos dados coletados. Foram definidos os parâmetros de conforto térmico e procedeu-se à análise arquitetônica da edificação;

- Nas conclusões, no quinto capítulo, discutiu-se a hipótese levantada. Foram evidenciados os aspectos mais importantes da pesquisa através da apresentação de resultados conclusivos. Finalmente, procurou-se dar uma contribuição através de recomendações no sentido de promover a melhoria das condições de conforto térmico no edifício.

# 1. PROBLEMÁTICA

## 1.1. ORIGEM DOS SHOPPING CENTERS

Pode-se definir Shopping Center (SC) como sendo um estabelecimento constituído de um grupo de lojas varejistas, sujeitas a uma única administração, coberto por um teto único.

Suas origens remotas situam-se na própria origem da atividade comercial. Das primeiras tribos nômades, em que a troca de objetos era prática comum, passando pelo projeto de um centro de compras do arquiteto romano Apollodurus, há 2000 anos, até os bazares árabes que se tornaram moda na Europa do século XIX, verifica-se que a filosofia mercadológica em que um grupo de indivíduos é coordenado por uma administração central unificada que provê o local, não é inédita (Burlamaqui, 1982, p.8-9).

O termo "Shopping Center" teve origem no período imediatamente posterior à Segunda Guerra Mundial, em plena recuperação econômica dos países europeus. Neste período, a expansão urbana, a proliferação do automóvel e a existência de grandes áreas, relativamente baratas, na periferia das cidades, determinaram o surgimento de núcleos e ruas comerciais afastadas do centro urbano.

O primeiro estabelecimento caracterizado contemporaneamente como Shopping Center, foi inaugurado em 1953 em Rotterdam na Holanda, tornando-se, desta forma, referência mundial (Del Rio et al, 1987, p.36).

## 1.2. SHOPPING CENTERS NO BRASIL

No Brasil, o primeiro SC construído foi o do Méier, no Rio de Janeiro, inaugurado em 1965, projetado pelo arquiteto João Henrique Rocha. Era um projeto inovador para a época, inclusive com previsão para climatização por meio de ar-condicionado central, que não veio a ocorrer em função dos altos custos para a instalação do sistema (Del Rio et al, 1987, p.42).

Entretanto, o SC que tornou-se referência nacional para este tipo de estabelecimento, foi o Iguatemi, inaugurado em 1966, na cidade de São Paulo. À época, situado na periferia da região mais densamente ocupada da cidade de São Paulo, o SC Iguatemi veio afetar definitivamente os padrões comportamentais da população alvo da classe média alta e da classe alta habituada, até então, a freqüentar as principais ruas comerciais da cidade. A principal vantagem apresentada pelo SC talvez tenha sido exatamente a proposta dessa nova técnica de comercialização, que se colocava a partir deste momento, como um novo modismo para aquelas classes sociais. Outras vantagens podem ser identificadas na reunião de vários estabelecimentos comerciais de prestígio entre o público alvo, e no oferecimento de estacionamento gratuito, e com fartura de vagas (Ornstein, 1995, p.81).

Surgia, desta forma, o perfil característico deste tipo de estabelecimento comercial que veio a sofrer transformações nas décadas seguintes. Tornaram-se, em oposição aos ambientes tradicionais de comércio varejista, locais de permanência preferenciais do público, aconchegantes e seguros, abrigados das intempéries, protegidos da violência das ruas, isolados do calor e do sol externos.

De acordo com Rossari (2000, p.166):

A partir dos anos 80, os *shopping centers* tornaram-se um referencial sócio-espacial cada vez mais forte na cultura urbana brasileira e, ao contrário de outros países que souberam promover alguma forma de convivência entre os espaços urbanos tradicionais e seus *shoppings*, no contexto das grandes cidades brasileiras vem ocorrendo uma supervalorização desses últimos – a ponto de se apresentarem como alternativa idealizada da cidade.

Ocorre, desta forma, uma redefinição dos antigos núcleos urbanos antes considerados como pontos dominantes das cidades. A igreja, a praça, o mercado, perdem o seu papel de centro da vida pública, espiritual, cultural e social. O centro agora passa a ser o SC, com todo seu poder aglutinador de tráfego de pessoas e automóveis, sua força transformadora do desenho urbano e seu caráter de sedução mercadológica. Essas características levaram este tipo de estabelecimento ao sucesso rápido no Brasil.

A trajetória descrita pelo conjunto de SC's brasileiros, desde o pioneiro Iguatemi até o início do século XXI, tem apresentado uma curva ascendente, principalmente nos últimos vinte anos. De acordo com a Associação Brasileira de Shopping Centers – ABRASCE (2001), existem seis tipos de SC's no Brasil:

- O SC regional: oferece serviços completos e variados, fornece mercadorias em geral, possui lojas âncoras e é tipicamente fechado, voltado para um *mall* interno. Deve atender a uma área de comércio acima de cem mil pessoas;
- O SC comunitário: tem características semelhantes ao regional, entretanto, seu público alvo e sua área construída são menores. Deve atender a uma área de comércio entre quarenta e cem mil pessoas;

- O SC de vizinhança: fornece conveniência na compra das necessidades diárias dos consumidores e têm como âncora um supermercado. Atende a uma área de comércio entre três e vinte e cinco mil pessoas;
- O SC especializado: voltado para o *mix* de lojas específico de uma determinada atividade;
- O Outlet Center: consiste em sua maior parte de lojas de fabricantes, vendendo suas próprias marcas com desconto;
- O Festival Center: voltado basicamente para atividades de lazer.

Ainda conforme a ABRASCE (2001), os SC's brasileiros apresentam qualidade equiparável aos dos países desenvolvidos, e o Brasil, atualmente, ocupa a décima posição mundial em quantidade de SC's construídos. São 160 SC's filiados, com 41% localizados fora das capitais, 27.518 lojas-satélite, 405 âncoras, 286.000 empregos diretos gerados, resultando em 18% de todo o faturamento do varejo nacional.

Verifica-se, portanto, através destes números, senão pela mera observação do cotidiano do consumidor brasileiro, a importância crescente dos SC's no Brasil que têm incorporado novas formas de distribuição varejista e transformações do espaço construído, principalmente nos últimos vinte anos.

### **1.3. MODELOS DE SHOPPING CENTERS**

As alterações sofridas pelos espaços construídos, que têm afetado o comportamento e as sensações dos usuários de Shopping Centers, colocam em contraponto duas opções projetuais correntes no Brasil, como de resto em todo o mundo. Abordam-se aqui os aspectos relativos aos SC's fechados e abertos.

Define-se SC fechado como aquele que tem como modelo os SC's suburbanos americanos, construídos principalmente nas décadas de 50 e 60, e que têm como características principais: o hermetismo em sua concepção, ou seja, o fechamento total para os espaços externos; a não integração ao contexto urbano; a climatização artificial nas áreas comuns e nas lojas; e o isolamento proposital a que é submetido o usuário em relação ao entorno, seja urbano ou suburbano. É neste modelo que têm-se inspirado a maioria dos projetos de SC's implantados no Brasil, tais como: o Shopping Barra em Salvador, o Minas Shopping em Belo Horizonte, entre outros. Seu paradoxo projetual é manifestado na opção pelo SC aberto que, embora também seja essencialmente internalizado da mesma forma que o modelo fechado, busca integrar-se ao contexto, à cidade onde está inserido, através da porosidade e permeabilidade de suas formas.

A opção entre os dois modelos, aberto ou fechado, implica em considerar aspectos fundamentais nas soluções projetuais, tais como: condicionamento do ar x ventilação natural, aspectos climáticos externos, orientação da edificação quanto à insolação, eficiência energética, iluminação artificial e natural, vedações, caixilhos, segurança, hábitos do público alvo, aspectos estes fortemente imbricados.

Entendeu-se que, tendo sido a avaliação de desempenho em conforto térmico o enfoque desta pesquisa, especificamente num estudo de caso de um SC aberto em Natal/RN, as análises deveriam concentrar-se nos efeitos desta solução projetual sobre as sensações dos usuários, considerando aqueles aspectos diretamente relacionados às questões de conforto térmico em SC's que adotam este modelo.

#### 1.4. SHOPPING CENTERS EM NATAL E O PRAIA SHOPPING

O primeiro SC implantado na cidade de Natal foi o Natal Shopping Center. Inaugurado em julho de 1992, localiza-se na Avenida Senador Salgado Filho, principal eixo viário da cidade. Este empreendimento caracteriza-se por seguir o modelo de SC fechado, fiel ao modelo suburbano norte-americano, com sistema de ar condicionado central nas lojas e circulações, volumetria “pesada” e poucas aberturas para o exterior.

Seguiram-se a este, apenas dois outros empreendimentos de porte na cidade: o SC Via Direta, localizado também à Avenida Senador Salgado Filho e o SC Praia Shopping (ver Figura 1.1), implantado no bairro de Capim Macio divisa com o bairro de Ponta Negra. Ambos são definidos como SC’s abertos. De acordo com a ABRASCE (2001), apenas estes três SC’s estão cadastrados na associação, dentre todos os estabelecimentos existentes em Natal.

Localizado na Avenida Engenheiro Roberto Freire em Capim Macio, Natal/RN, o Praia Shopping (ver Figura 1.2) proporciona em um só espaço prestação de serviços, lazer e compras. Foi projetado pelo arquiteto Fabiano Sérgio Lima Pereira e inaugurado em 10 de junho de 1997 com área total de 10.483 m<sup>2</sup>. Recentemente, passou por reformas concluídas em novembro de 2001.

De acordo com depoimento do arquiteto Fabiano Pereira, tomado em entrevista, a opção pelo modelo adotado para o Praia Shopping se deu em função de observações realizadas no estado da Flórida, nos Estados Unidos, tendo como inspiração maior para definição do partido arquitetônico os “malls de beira de estrada” existentes na cidade de Miami, na Flórida, dentre outros. A definição do partido arquitetônico se deu também através da opção pela “informalidade” em função da proximidade da praia e do tipo de cliente esperado. As questões de

conforto também foram consideradas na medida em que, ainda segundo o arquiteto Fabiano Pereira, buscou-se dotar o shopping de ventilação natural e proteção contra a insolação em suas principais fachadas.

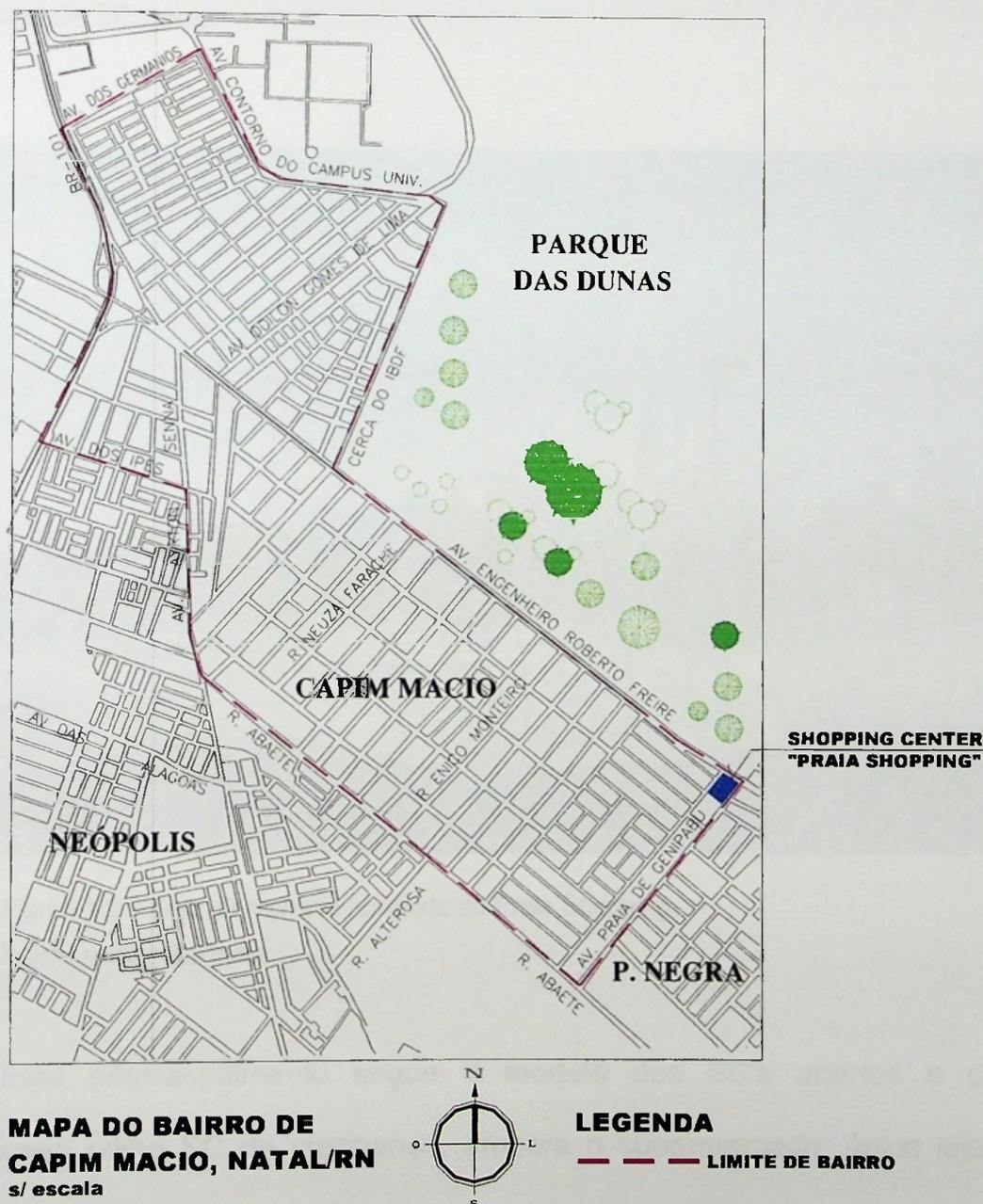


Figura 1.1 – Mapa do bairro de Capim Macio com localização do Praia Shopping.

Fonte: Prefeitura Municipal de Natal – Plano Diretor de Natal.

Em seu projeto original, o shopping contava com 350 vagas de estacionamento. Entretanto, após a reforma, foram acrescentadas 90 vagas. De acordo

com dados fornecidos pela sua administração, o shopping tem uma média diária de 10.180 clientes de segunda a quarta-feira, e 11.440 clientes de quinta-feira a domingo com o seguinte perfil: 80% moram em Natal; 46,5% são do sexo masculino e 53,5% do sexo feminino; 42,6% tem até 35 anos, 39,4% de 36 a 50 anos e 18% tem mais de 50 anos.



Figura 1.2 – Foto da fachada nordeste do Praia Shopping.

Foto: Luciano Barbosa.

Este empreendimento segue o modelo dos SC's abertos e pode ser classificado como SC de vizinhança, embora o supermercado, única loja âncora, tenha sido desativado. As reformas de ampliação, pelas quais passou no ano de 2001, acrescentaram aos serviços já disponibilizados pelo shopping, uma "Central do Cidadão", que oferece serviços institucionais, e ampliaram o número de lojas existente. Estas áreas de expansão, no entanto, não fizeram parte desta pesquisa, pois ainda estavam em execução no início da mesma.

O Praia Shopping possui lojas climatizadas artificialmente – exceto as lanchonetes e restaurantes da praça de alimentação – e áreas comuns não climatizadas que recebem ventilação natural. Sua principal característica é, sem dúvida, o fato de ter uma integração com o entorno através de seus amplos espaços abertos e seus acessos voltados diretamente para as ruas. É a permeabilidade de que se falou anteriormente, permitindo que seu interior, embora com lojas voltadas para circulações internas, seja visualmente devassado e sujeito às condições de ventilação natural existentes no sítio.

Em pesquisa exploratória do tipo *walkthrough*<sup>1</sup> (Ornstein, 1995, p.62), verificou-se que esta característica parecia permitir condições satisfatórias de conforto, viabilizando a não existência de climatização artificial nas áreas comuns, e possibilitando a integração com o entorno, o que ocorre de forma clara na praça de alimentação aberta, com poucas barreiras de separação das ruas circundantes, e através dos acessos localizados em três das quatro fachadas.

A observação destas características permitiu formular os pressupostos, a hipótese e a questão central desta pesquisa.

## 1.5. O PROBLEMA

Os SC's hoje apresentam-se como sucessores dos antigos centros comerciais, numa concretização de uma nova centralidade urbana, em função da modernização nas formas de distribuição do comércio varejista, aliada ao dinamismo do capital imobiliário. Milhares de brasileiros sentem-se atraídos pelas

---

<sup>1</sup> Pesquisa na qual são coletados os primeiros dados sobre a edificação e sobre os usuários do shopping, através de anotações, conversas com os administradores do shopping e primeiras abordagens aos clientes.

Romero (1988, p.48), utiliza dois mecanismos de regulação térmica para responder às exigências externas: um de caráter fisiológico (suor, variações do fluxo sanguíneo que percorre a pele, batidas cardíacas, dilatação dos vasos, contração dos músculos, arrepio e ereção dos pêlos) e outro de caráter comportamental (sono, prostração, redução da capacidade de trabalho).

O desempenho durante qualquer atividade deve ser otimizado, desde que o ambiente propicie condições de conforto e que sejam evitadas sensações desagradáveis, tais como: dificuldades de eliminar o excesso de calor produzido pelo organismo; perda exagerada de calor pelo corpo; e desigualdade de temperatura entre as diversas partes do corpo.

Tais sensações são função não só das condições ambientais, mas também da capacidade de aclimatação ao meio ambiente, dos hábitos alimentares, das atividades, da altura, do peso, do tipo de roupa de cada indivíduo, e até mesmo da idade e do sexo. Quanto ao ambiente, as sensações de conforto ou desconforto provocadas no usuário estão vinculadas às seguintes variáveis físicas: temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do ar (Araújo, 2001, p.25).

Araújo, Martins e Araújo (1998, p.13), prescrevem que para o estudo do desempenho térmico em edificações é necessário saber como variam a temperatura do ar, a umidade relativa, a direção e a velocidade do vento, e a radiação solar, não somente ao longo das estações do ano, mas também no decorrer das 24 horas do dia.

As principais variáveis de interesse para os projetistas em arquitetura são apresentadas por Lamberts, Dutra e Pereira (1997). São elas: temperatura, umidade relativa e movimento do ar e a radiação solar. Estes fatores podem ser utilizados pelo projetista no sentido de buscar o conforto para os usuários nas edificações.

sofridas por este tipo de empreendimento ao longo das últimas décadas, que tem influenciado fortemente a vida cotidiana da população de um modo geral, constitui-se em matéria de interesse científico plenamente justificado.

Este capítulo apresenta o delineamento teórico e aplicado dos princípios norteadores do estudo do conforto térmico, através da revisão bibliográfica, bem como dos aspectos envolvidos na avaliação de desempenho das edificações. Inicialmente, são revisados os principais estudos precedentes que buscam estabelecer critérios para o conforto térmico, em seguida, são identificadas as variáveis ambientais, psicofisiológicas e arquitetônicas que influem nas sensações humanas de conforto térmico, e finalmente, são apresentados os princípios conceituais da Avaliação Pós-Ocupação.

O quadro teórico-conceitual aqui traçado apresenta as premissas para a definição da metodologia adotada.

## 2.1. ESTUDOS PRECEDENTES

### Conforto térmico

O homem é um ser homeotérmico, o que significa que a temperatura interna do corpo humano tende a manter-se invariável independente das condições climáticas. A energia produzida pelo organismo é resultado das queimas das calorias existentes nos alimentos, obtidas pelo oxigênio, num processo denominado metabolismo, que é a fonte geradora do calor interno corporal. De acordo com Lambert, Dutra e Pereira (1997, p. 40-41), esse o balanço das trocas de calor interno do corpo humano com o ambiente for que, e a temperatura da pele e o suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico. Os autores referem-se aqui ao conceito técnico, que nada mais é do que o

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO – CONCEITUAL

Este capítulo apresenta o delineamento teórico e analítico dos princípios norteadores do estudo do conforto térmico, através de revisão bibliográfica, bem como dos aspectos envolvidos na avaliação de desempenho das edificações. Inicialmente, são revisados os principais estudos precedentes que buscaram estabelecer critérios para o conforto térmico; em seguida, são identificadas as variáveis ambientais, psicofisiológicas e arquitetônicas que influem nas sensações humanas de conforto térmico; e finalmente, são apresentados os princípios conceituais da Avaliação Pós-Ocupação.

O quadro teórico-conceitual aqui traçado apresenta as premissas para definição da metodologia adotada.

### 2.1. ESTUDOS PRECEDENTES

#### Conforto térmico

O homem é um ser homeotérmico, o que significa que a temperatura interna do corpo humano tende a manter-se invariável independente das condições climáticas. A energia produzida pelo organismo é resultado das queimas das calorias existentes nos alimentos, efetuadas pelo oxigênio, num processo denominado metabolismo, que é a fonte geradora do calor interno corporal. De acordo com Lamberts, Dutra e Pereira (1997, p.40-41), se o balanço das trocas do calor interno do corpo humano com o ambiente for nulo, e a temperatura da pele e o suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico. Os autores referem-se aqui ao balanço térmico, que nada mais é do que o

resultado da contabilização de toda energia gerada e perdida pelo organismo, e que segundo Rivero (1986, p.61), deve ser igual a zero para que seja atendida a primeira condição de conforto humano. Se isto não acontece, o organismo põe em ação automaticamente os seus mecanismos termorreguladores, que são: a vasodilatação e a vasoconstrição, a transpiração, o tiritar, o aumento ou a diminuição dos batimentos cardíacos, entre outros.

Conforme Rivero (1986, p.62), se as condições do meio ambiente permitem que estes mecanismos de termorregulação estejam em mínima tensão, o indivíduo poderá estar em conforto térmico, sensação esta fundamentada na fisiologia humana. Se considerados os aspectos subjetivos, diz o autor que o conforto térmico de uma pessoa é a condição mental em que o indivíduo expressa satisfação com as condições térmicas ambientais. Entretanto, quando o meio não apresenta as condições térmicas adequadas, os mecanismos termorreguladores são acionados pelo organismo de forma perceptível ao indivíduo, o que o faz sentir uma "(...) real incomfortabilidade térmica".

Coutinho (1998, p.107), explica que em algumas condições termoambientais, a manutenção da estabilidade da temperatura do corpo humano, que gira em torno dos 37°C, é obtida às custas do esforço do organismo, o que acarreta desconforto e queda de rendimento no trabalho. Em outras condições, a estabilidade é alcançada sem que ocorra esforço do organismo, observando-se assim condições de conforto, propícias a um maior rendimento no trabalho.

Define-se ainda o conforto térmico como o conjunto de condições em que são atendidos determinados parâmetros, que determinam zonas de conforto contidas em diagramas, e que expressam, através de índices térmicos, a sensação da maior

parte das pessoas quando estas manifestam sentir-se bem, em determinados ambientes.

### **Os índices de conforto térmico**

O interesse no estabelecimento de critérios para o conforto térmico teve início nos primeiros anos do século XIX, quando iniciaram-se os movimentos pelas reformas nas condições de salubridade da indústria têxtil, da mineração e das habitações na Europa. As reformas tornavam-se necessárias devido ao grande número de enfermidades e acidentes causados pela influência do calor e da umidade do ar. Além destas variáveis, a radiação e o movimento do ar foram estabelecidos como fatores para determinar a resposta humana ao conforto térmico do ambiente (Koenigsberger et al, 1977, p.59).

Vale salientar que o reconhecimento da importância de fatores que influem no conforto térmico remonta à Antiguidade, com as descrições de Hipócrates (400 AC) do clima fisiológico em termos de temperatura, umidade, ventos e radiação, segundo Araújo (2001, p.31).

Ao longo do século XX, diversos estudos foram realizados na tentativa de estabelecer a relação entre as variáveis ambientais, combinadas em um único índice, e as necessidades humanas, contextualizadas em determinadas condições climáticas específicas.

De acordo com Koenigsberger et al (1977, p.64), o projetista que procura avaliar o efeito das condições climáticas e os processos de dissipação do calor do corpo humano, encontra dificuldades em manejar simultaneamente as quatro diferentes variáveis ambientais. A busca do entendimento da manipulação dessas variáveis levou os pesquisadores a diversos experimentos que procuravam o

estabelecimento dos índices de conforto ao longo do século XX. Estas pesquisas levaram a resultados expressos graficamente, na maioria das vezes através de nomogramas, e totalizaram cerca de trinta escalas de índices térmicos diferentes.

Dentre estes 30 índices de conforto, Frota e Schiffer (2000, p.26-28) destacam três que consideram válidos para aplicação às condições climáticas brasileiras:

- Carta Bioclimática, de Olgyay

Foi desenvolvida a partir de estudos acerca de efeitos do clima sobre o homem, quer ele esteja abrigado ou não, de zonas de conforto e de relações entre elementos de clima e conforto. Relaciona a temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar, definindo uma zona de conforto no centro da carta e zonas externas superiores e inferiores a esta. Para climas quentes, os parâmetros são: trabalho leve e vestimentas leves com resistência térmica equivalente a 1 clo. Associa às variáveis descritas duas outras: velocidade do ar, para índices determinados acima da zona de conforto central da carta e radiação, para índices determinados abaixo da zona de conforto central da carta;

- Índice de Conforto Equatorial (I.C.E.)

Baseado em observações feitas em Cingapura, Webb construiu um índice para ser aplicado a habitantes de climas tropicais, correlacionando as observações realizadas em habitações a uma escala climática desenvolvida especialmente para condições tropicais, com a sensação de calor, incorporando dados referentes ao P4SR (Previsão de Produção de Suor em 4 horas), que é um índice fisiológico desenvolvido por Mc Ardle, do Royal Naval Research Establishment. Webb chegou a um nomograma semelhante ao da Temperatura Efetiva. O gráfico de Conforto de Cingapura foi elaborado com base em dados obtidos a partir da psicologia

experimental e análise de testes aplicados em indivíduos perfeitamente aclimatados na região. Esse gráfico indica a existência de um *optimum* em conforto na faixa de 25,5°C na escala I.C.E;

- Índice de Temperatura Efetiva

A Temperatura Efetiva, de Yaglow e Houghten, de 1923, foi definida pela correlação entre as sensações de conforto e as condições de temperatura, umidade e velocidade do ar, procurando concluir quais são as condições de conforto térmico. Essas correlações são apresentadas sob a forma de diagrama psicrométrico. Vernom e Warner apresentaram uma proposta de correção para o índice de Temperatura Efetiva, em 1932, utilizando a temperatura do termômetro de globo em vez da temperatura seca do ar. Esta correção foi denominada de Temperatura Efetiva Corrigida (TEC), conforme Araújo (2001, p.33). Posteriormente, Koenigsberger et al (1977) adaptaram a zona de conforto térmico delimitada sobre o nomograma de Temperatura Efetiva para pessoas normalmente vestidas, em trabalho leve e habitando regiões de climas quentes (ver Figura 2.1).

Araújo (2001), em sua pesquisa que objetivava determinar os parâmetros das variáveis ambientais que propiciam o conforto térmico, a partir da técnica de Avaliação Pós-Ocupação junto aos usuários escolares na Cidade de Natal, Estado do Rio Grande do Norte, e confrontá-los com os índices e zonas de conforto térmico comumente utilizados no país, apresenta o índice de Temperatura Efetiva de Yaglow e Houghten, adaptado por Koenigsberger et al (1977), como o que apresentou melhores resultados quanto à sua utilização para a região em estudo. Segundo Koenigsberger et al, (1977, p.69) este índice é definido diretamente a partir da leitura das temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido no nomograma de Temperatura

experimental e análise de testes aplicados em indivíduos perfeitamente aclimatados na região. Esse gráfico indica a existência de um *optimum* em conforto na faixa de 25,5°C na escala I.C.E;

- Índice de Temperatura Efetiva

A Temperatura Efetiva, de Yaglow e Houghten, de 1923, foi definida pela correlação entre as sensações de conforto e as condições de temperatura, umidade e velocidade do ar, procurando concluir quais são as condições de conforto térmico. Essas correlações são apresentadas sob a forma de diagrama psicrométrico. Vernom e Warner apresentaram uma proposta de correção para o índice de Temperatura Efetiva, em 1932, utilizando a temperatura do termômetro de globo em vez da temperatura seca do ar. Esta correção foi denominada de Temperatura Efetiva Corrigida (TEC), conforme Araújo (2001, p.33). Posteriormente, Koenigsberger et al (1977) adaptaram a zona de conforto térmico delimitada sobre o nomograma de Temperatura Efetiva para pessoas normalmente vestidas, em trabalho leve e habitando regiões de climas quentes (ver Figura 2.1).

Araújo (2001), em sua pesquisa que objetivava determinar os parâmetros das variáveis ambientais que propiciam o conforto térmico, a partir da técnica de Avaliação Pós-Ocupação junto aos usuários escolares na Cidade de Natal, Estado do Rio Grande do Norte, e confrontá-los com os índices e zonas de conforto térmico comumente utilizados no país, apresenta o índice de Temperatura Efetiva de Yaglow e Houghten, adaptado por Koenigsberger et al (1977), como o que apresentou melhores resultados quanto à sua utilização para a região em estudo. Segundo Koenigsberger et al, (1977, p.69) este índice é definido diretamente a partir da leitura das temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido no nomograma de Temperatura

Efetiva, e é válido para pessoas trajando roupas normais, leves, caseiras, e exercendo trabalho leve. Koenigsberger et al (1977, p.74), baseados nos dados de pesquisas para Singapura e Austrália, consideram válidos os limites de 22 a 27°C para a Temperatura Efetiva. Dizem ainda que a zona de conforto está limitada em função da velocidade do ar, que se está abaixo de 0,15m/s ou acima de 1,5m/s, pode causar desconforto na maioria das pessoas. Concluem que estes limites definem uma zona de conforto adequada para a maioria dos climas tropicais.

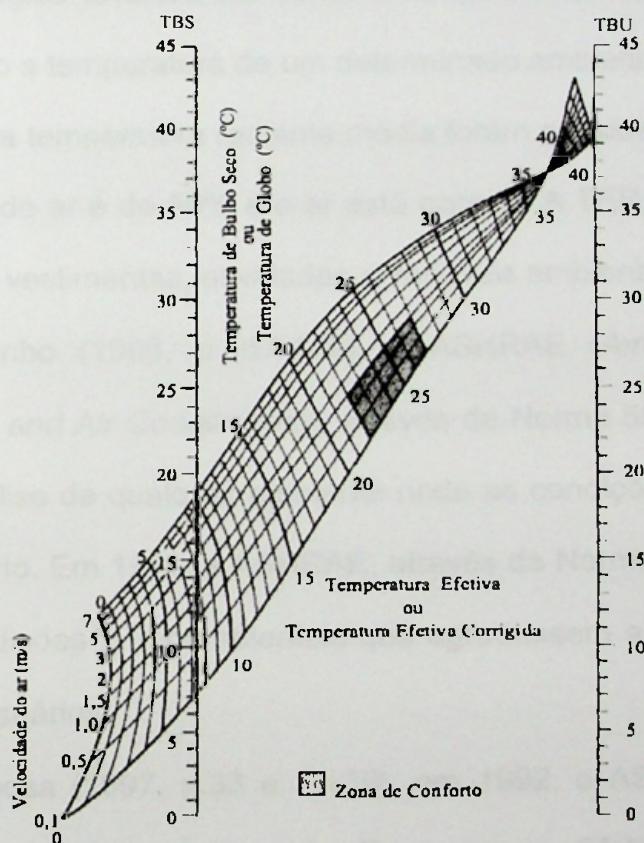


Figura 2.1 – Nomograma de Temperatura Efetiva para pessoas normalmente vestidas, em trabalho leve.

Fonte: Koenigsberger et al (1977, p.70)

Contudo, o índice da Temperatura Efetiva não considera todas as variáveis envolvidas no balanço térmico, mas apenas as variáveis ambientais. Segundo Coutinho (1998, p.162), no sentido de contornar essa deficiência novos estudos, que foram realizados nos anos setenta, resultaram numa "Nova Temperatura Efetiva".

De acordo com Araújo (2001, p.42), a Nova Temperatura Efetiva ( $TE^*$ ) "(...) incorpora resultados de experimentos com grupos de diferentes idades, sexo, hábitos alimentares, além das alterações decorrentes da crise de energia". O conceito de  $TE^*$  foi ampliado, em 1972, e incorporou níveis diversos de atividades e vestimentas, passando a denominar-se Temperatura Efetiva Padrão (TEP). A TEP define o estado fisiológico levando em conta a temperatura média e umidade da pele, e é definida como a temperatura de um determinado ambiente isotérmico, onde a temperatura do ar e a temperatura radiante média foram consideradas iguais entre si, a umidade relativa do ar é de 50% e o ar está parado. A TEP pode ser aplicada para todos os tipos de vestimentas, atividades e variáveis ambientais.

Segundo Coutinho (1998, p.167-169), a ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning*), através da Norma 55-74 elaborou uma carta destinada à análise de qualquer ambiente onde as condições são de conforto ou próximas ao conforto. Em 1981, a ASHRAE, através da Norma 55-81 recomenda a aprovação das condições termoambientais que agradassem a uma percentagem mínima de 80% dos usuários.

Conforme Barbosa (1997, p.33 e 38-39), em 1992, a ASHRAE, através da Norma 55-92, define o Novo Índice de Temperatura Efetiva ( $TE^*$ ) como a Temperatura Operativa de um ambiente "(...) a 50% de umidade relativa, que causaria a mesma troca de calor sensível e latente de uma pessoa como se ela estivesse em um ambiente real". Posteriormente, a Norma modificou o limite máximo

para a umidade relativa, que passou a ser de 60%. As temperaturas limites para a zona de conforto da ASHRAE são: para o verão – de 23°C a 26°C, nas condições de vestimenta igual a 0,5 clo; metabolismo igual ou menor a 1,2 Met (ou 69,6 W/m<sup>2</sup>); velocidade do ar menor ou igual a 0,15m/s; e índice da Percentagem de Pessoas Insatisfeitas (PPD) igual a 10%. E para o inverno – de 20°C a 23,5°C, nas condições de vestimenta igual a 0,9 clo; metabolismo igual ou menor a 1,2 Met (ou 69,6 W/m<sup>2</sup>); velocidade do ar menor ou igual a 0,15m/s; e índice da Percentagem de Pessoas Insatisfeitas (PPD) igual a 10%.

### **Fatores e variáveis no intercâmbio térmico entre o homem e o meio**

O ser humano troca calor com o meio que o envolve por condução, convecção e radiação, sempre que ocorram as diferenças de temperatura entre homem e meio. O equilíbrio térmico, resultado destes intercâmbios, resulta num processo complexo pela grande quantidade de fatores e variáveis fortemente imbricados. Conforme Rivero (1986, p.58-59), nos espaços interiores têm importância: a roupa que oferece resistência térmica; a temperatura e a emissividade das superfícies circundantes, que intervêm na transmissão da energia radiante; a temperatura, a umidade e a velocidade do ar, que afetam a quantidade de calor transmitido por convecção e as perdas por evaporação. Estas variáveis sofrem ainda variações durante o dia e são influenciadas pela radiação solar, pessoas, luzes, equipamentos e diversas outras fontes geradoras de calor.

## **2.2. VARIÁVEIS AMBIENTAIS**

Os elementos do clima, em especial a temperatura, a radiação, a umidade e o movimento do ar, atuam sobre a percepção térmica do homem que, segundo

Bittencourt (1998, p.9), define o conforto térmico como a situação de satisfação psicofisiológica com as condições térmicas de um ambiente onde a manutenção da homeostase<sup>2</sup> humana é obtida, e o classifica segundo diversos índices, escalas e tabelas.

A maioria destes expressam a sensação de conforto como uma Temperatura Efetiva (ou temperatura operativa), que combina o efeito da temperatura do ar, umidade, radiação e movimento do ar.

Koenigsberger et al (1977, p.61), após classificar os climas tropicais e discutir as derivações dos climas locais, reforçam a importância dos quatro fatores que podem afetar o conforto humano, que são: temperatura do ar, umidade, movimento do ar e radiação. Afirmam que a importância desses fatores é óbvia, já que, cada um ao seu modo, interfere nas trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente e pode favorecer ou dificultar a dissipação do calor na superfície do corpo.

### **Temperatura do ar**

A temperatura do ar, segundo Araújo (1999, p.19), é resultante de um balanço energético entre a energia solar incidente e a capacidade de absorção, acumulação e transmissão da superfície receptora, que determinam as trocas de calor por condução, por convecção e por radiação e as perdas por evaporação.

De acordo com Frota e Schiffer (2000, p.21), a arquitetura deve servir ao homem e ao seu conforto, inclusive no que diz respeito ao conforto térmico, e deve propiciar-lhe uma melhor qualidade de vida evitando que seu organismo seja submetido à fadiga e ao stress. A fadiga física faz parte do processo normal de metabolismo humano, e ocorre pela existência de condições ambientais

---

<sup>2</sup> Homeostase é a situação de equilíbrio entre o homem e o ambiente.

desfavoráveis no tocante à temperatura do ar, tanto com relação ao frio quanto ao calor, e à umidade do ar. Dizem ainda que a arquitetura deve oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior das edificações, sejam quais forem as condições climáticas externas.

Na busca do equilíbrio térmico com o meio, o homem processa as trocas térmicas, que são: troca por radiação, por convecção e por condução, de forma a manter a temperatura interna do corpo em torno dos 37°C aproximadamente (Romero, 1988, p.48).

Araújo (2001, p.59) afirma que a sensação de desconforto está associada às diferenças de temperatura do ar em um mesmo ambiente. Esta assimetria, leva às diferentes percepções de frio e quente nas diferentes partes do corpo. Diz ainda que a temperatura aumenta do piso para o teto, e apresenta dados do IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo, que sugerem uma diferença máxima de 3°C entre as temperaturas do ar, tomadas a 0,10m e 1,7m do piso.

### **Umidade do ar**

A umidade do ar pode trazer grande desconforto térmico para o ser humano principalmente se for associada às altas temperaturas do ambiente. De acordo com Araújo (2001, p.59), a influência da umidade do ar no conforto térmico das pessoas é fortemente relacionada com as condições de temperatura do ar.

Rivero (1986, p.60) ressalta a importância da associação entre umidade e velocidade do ar. Afirma que na medida em que ocorre o aumento da temperatura do ar, as perdas por convecção e radiação são dificultadas, aumentando desta forma as perdas por evaporação com o consequente aumento da transpiração que se torna perceptível pelo indivíduo. Evidenciando este processo de troca de calor,

percebe-se a importância de uma ventilação adequada nos ambientes internos e externos.

A umidade relativa é definida por Coutinho (1998, p.77) como a relação entre a massa de vapor d'água nas condições reais e a massa de vapor d'água no estado de saturação, à mesma temperatura. Esse parâmetro é expresso em porcentagem, variando de 0%, quando a quantidade de vapor d'água é nula, até 100%, quando o ar úmido está saturado.

Ainda segundo Araújo (2001, p.59), a umidade relativa não deve ser inferior a 20% para evitar o ressecamento das mucosas. Em ambientes quentes e pouco ventilados, o excesso também não é aceitável por trazer consequências tais como a dificuldade de absorção e evaporação da vestimenta e da pele. Além disso, o excesso de umidade pode provocar o surgimento de fungos em componentes das edificações acarretando problemas alérgicos nas vias respiratórias.

Bittencourt (1998, p.2) observa que níveis de umidade relativa superiores a 80% poderiam causar desenvolvimento de bolor no interior das edificações, entretanto esta informação parece não aplicar-se às edificações bem ventiladas, observadas nas regiões de clima quente-úmido.

### **Velocidade do ar**

De acordo com Alva (1997, p.69), as relações entre clima e arquitetura dependem em grande parte da forma como cada cultura aprende, por intuição, observação ou método científico, como tratar seu patrimônio territorial para adaptá-lo às necessidades ambientais da comunidade dentro das limitações dos recursos naturais e econômicos. A forma arquitetônica, portanto, espelha maneiras peculiares a cada comunidade no tratamento da chuva, do vento, da luz, do calor do sol e

outros. Nos trópicos úmidos essa peculiaridade se reflete na forma como se aproveita a ventilação natural, que tem de ser ativada para incrementar a capacidade de absorção de energia térmica das partículas de ar, saturadas pela umidade, permitindo desta forma a retirada do calor excedente do corpo.

Segundo Frota e Schiffer (2000, p.124), a ventilação proporciona a renovação do ar ambiente, sendo de grande importância para a higiene em geral e para o conforto térmico de verão em regiões de clima temperado e de clima quente-úmido. A renovação do ar nos ambientes proporciona a dissipação de calor e a desconcentração de vapores, fumaça, poeiras, poluentes, entre outros benefícios.

O efeito da velocidade do ar está intimamente ligado ao conforto humano, de acordo com Araújo (2001, p.60). Segundo a autora, a velocidade está relacionada ao controle dos processos de transferência de calor por convecção.

Segundo Alucci (1985, p.463), do ponto de vista do conforto dos usuários, a ventilação de um ambiente tem as seguintes funções: remover o excesso de calor acumulado no interior da habitação; facilitar as trocas térmicas entre o corpo humano e o meio ambiente para produzir uma sensação de conforto nos usuários; e resfriar (ou aquecer) os elementos do edifício. O calor acumulado no interior das edificações tem origem nas pessoas, nos equipamentos e nos ganhos de carga térmica por meio dos componentes construtivos através da radiação solar. Na verdade, nem sempre é possível remover todo calor acumulado no interior das edificações através da ventilação. Por esta razão, considerando-se como razoável uma diferença da ordem de 2°C entre a temperatura do ar externa e a temperatura do ar interna, deve-se dimensionar as aberturas de forma que a ventilação seja tal que a temperatura interna não ultrapasse em mais que 2°C a temperatura externa.

Bittencourt (1998, p.13), em seu trabalho de compilação de diversos estudos sobre refrigeração passiva, em regiões de clima quente-úmido, diz que o efeito do movimento do ar no conforto térmico tem sido avallado em diversas pesquisas. O movimento do ar reduz a temperatura efetiva devido à evaporação do suor da pele e às trocas convectivas entre a corrente de ar e o corpo humano. Diz ainda que há indicações em diversas pesquisas que comprovam que o movimento do ar pode produzir sensações de conforto sob temperaturas acima de 30°C e velocidades de vento aceitáveis, mas para temperaturas entre 33 e 37°C a velocidade do ar não afeta significativamente a sensação térmica. Neste caso, a proximidade da temperatura do ar com a da pele reduz, de forma considerável, o potencial das trocas térmicas por convecção entre o corpo humano e a corrente de ar.

### **Considerações sobre psicrometria**

No estudo das variáveis ambientais, é importante e necessário considerar o estudo da Psicrometria, que é o ramo da ciência que estuda as propriedades termodinâmicas das misturas de ar seco e vapor d'água.

Coutinho (1998, p.71-81) apresenta os fundamentos do estudo da psicrometria. Dentre eles, destacam-se:

- Ar atmosférico – é uma mistura de vários gases, partículas sólidas, vapor d'água, e outras substâncias;
- Ar úmido – é a mistura binária entre o ar seco e o vapor d'água, que compõem o ar atmosférico;
- Ar seco – é definido como a mistura dos seguintes gases: oxigênio, nitrogênio, argônio e dióxido de carbono;

- Vapor d'água – é constituído de oxigênio e hidrogênio. Seu teor no ar atmosférico varia de aproximadamente zero, nas regiões desérticas, até uma quantidade capaz de saturar a mistura.

### **Parâmetros fundamentais para o estudo da psicrometria**

- Umidade absoluta: partindo do conceito de ar úmido, é definida como sendo a massa de vapor d'água dividida pela massa de ar seco;
- Umidade relativa (UR): é a relação entre a massa de vapor d'água nas condições reais e a massa de vapor d'água no estado de saturação, à mesma temperatura;
- Temperatura de bulbo seco (TBS): é definida como a temperatura do ar à sombra, e pode ser medida com um termômetro comum sem qualquer acessório;
- Temperatura de bulbo úmido (TBU): é definida como a temperatura observada em um termômetro comum, cujo bulbo está envolvido com uma mecha de algodão umedecido e agitado no ar à sombra. Ou pode ser definida sobre carta psicrométrica para a região estudada utilizando os dados de umidade relativa do ar e temperatura de bulbo seco.

### **2.3. VARIÁVEIS PSICOFISIOLÓGICAS**

As sensações de conforto ou desconforto são também influenciadas por fatores subjetivos e individuais que devem ser considerados. Diversos autores identificam os principais fatores psicofisiológicos ou humanos descritos a seguir.

## Vestimentas

As vestes têm o papel de reduzir as trocas de calor entre a pele e o meio ambiente. Sem elas a pele pode trocar calor diretamente com o ar. Conforme Coutinho (1998, p.115), as trocas térmicas que ocorrem entre as roupas, a pele e o ar, podem ser esquematizadas da seguinte forma:

- Trocas por convecção, sobre a pele, quando não há contato direto entre a pele e as roupas;
- Trocas por condução, através do ar, em regiões do corpo onde o ar está parado;
- Trocas por convecção, na face interna do tecido;
- Trocas do tipo condutivas, através do tecido;
- Trocas por convecção, na superfície externa do tecido.

Rivero (1986, p.59) afirma que as roupas funcionam como resistências térmicas que se interpõem entre o indivíduo e o meio. Diz que, embora não esteja ao alcance do projetista interferir no tipo de roupa utilizada pelos usuários, esta variável deve ser considerada nos projetos de arquitetura já que efetivamente ocorrem trocas térmicas entre os indivíduos e a envolvente.

Frota e Schiffer (2000, p.23) afirmam que a vestimenta adequada tem relação direta com a temperatura média radiante, com o movimento do ar, com o calor produzido pelo corpo humano e, em alguns casos, com a atividade desenvolvida pelo indivíduo. As vestes ainda reduzem os ganhos de calor em relação à radiação solar direta, as perdas em baixas umidades do ar e o efeito refrigerador do suor. Dizem ainda que a vestimenta reduz a sensibilidade do corpo às variações de temperatura e de velocidade do ar, e que sua resistência térmica depende do tipo de

tecido, da fibra e do ajuste ao corpo, devendo ser medida através das trocas secas – que são as trocas que envolvem variações de temperatura (Frota e Schiffer, 2000, p.31) – que afetam quem as usa. Sua unidade é o “clo”, que equivale a 0,155 m<sup>2</sup>.°C/W (Coutinho, 1998, p.116).

Na tabela 2.1, apresentada a seguir, verificam-se os valores dos índices de resistência térmica, para alguns tipos de vestimentas combinadas, características dos usuários da região estudada.

Tabela 2.1 – Valores para resistência térmica de alguns tipos de vestimentas

TIPO DE VESTIMENTA (tecido leve)	RESISTÊNCIA TÉRMICA (clo)
sunga de banho	0,05
sunga+camisa de mangas curtas	0,19
Camisa de mangas curtas+calça masculina+cueca+sapato	0,49
Soutien+calcinha (biquine de duas partes)	0,05
soutien+calcinha+saia+sandália	0,17
soutien+calcinha+calça feminina+sandália	0,33
short+cueca+camisa de mangas curtas+sandália	0,32
short+soutien+calcinha+camisa de mangas curtas+sandália	0,32
soutien+calcinha+saia+sandália+blusa feminina	0,37

Fontes: Araújo (2001, p.57, *apud* IPT, 1987) e Coutinho (1998, p.116).

### Atividade desenvolvida

Quanto maior for a atividade física maior será o calor gerado pelo metabolismo humano. Chama-se metabolismo a energia liberada pela reação

química entre o oxigênio e o alimento, que é proporcional ao esforço realizado pelos músculos. A unidade de medida do metabolismo mais utilizada é o  $W/m^2$ , não sendo incomum encontrar também a  $Kcal/h.m^2$  e o "met" que se correspondem da seguinte forma:  $1 \text{ met} = 58 \text{ W/m}^2 = 50 \text{ Kcal/h.m}^2$  (Coutinho, 1998, p.113).

A produção de calor devido ao metabolismo humano pode dividir-se em **metabolismo basal e metabolismo muscular**. O primeiro refere-se ao calor produzido pelos processos relativos ao metabolismo do organismo em repouso absoluto, ou seja, processos vegetativos e automáticos que são contínuos, e o segundo diz respeito ao calor produzido pelos músculos enquanto desenvolvem alguma atividade. De toda a energia produzida pelo corpo humano cerca de 20% são utilizados, os demais 80% são dissipados no ambiente (Koenigsberger et al, 1977, p.59).

Conforme Frota e Schiffer (2000, p.20), o corpo humano "(...) experimenta sensação de conforto térmico quando perde para o ambiente, sem recorrer a nenhum mecanismo de termorregulação, o calor produzido pelo metabolismo compatível com sua atividade".

De acordo com Lamberts, Dutra e Pereira (1997, p.42), o arquiteto deve considerar em seus projetos o tipo de atividade que será desenvolvida em seu interior, tirando daí algumas premissas que considerem a sensação de conforto térmico das pessoas.

Coutinho (1998, p.108-113) apresenta a relação existente entre o tipo de atividade, a taxa de metabolismo, a eficiência mecânica e a velocidade relativa para o desempenho das tarefas. Segundo o autor, na maioria das atividades a eficiência mecânica é nula ou próxima da nulidade, indicando que o trabalho referente a tais atividades é desprezível em comparação com o metabolismo.

A tabela 2.2, apresentada a seguir, destaca alguns tipos de atividades características do funcionamento de um shopping center.

Tabela 2.2 – Valores de metabolismo, eficiência mecânica e velocidade relativa

TIPO DE ATIVIDADE	TAXA DE METABOLISMO (W/m <sup>2</sup> )	EFICIÊNCIA MECÂNICA ( $\eta$ )	VELOCIDADE RELATIVA (m/s)
<b>EM REPOUSO</b>			
Sentado quieto	58	0	0
De pé relaxado	70	0	0
<b>ANDANDO</b>			
Atividade leve em pé: (-) sentado/(+) locomovendo	93	0	0 a 0,2
No plano horizontal a 3,2 km/h	116	0	0,9
<b>SERV. DE ESCRITÓRIO</b>			
Datilografia (digitação)	52 a 70	0	–
<b>TRAB. DOMÉSTICO</b>			
Limpeza	116 a 198	0 a 0,1	0,1 a 0,3
Cozinhar	93 a 116	0	–
Lavar pratos de pé	93	0	0 a 0,2
<b>BALCONISTA</b>	116	0 a 0,1	0,2 a 0,4

Fontes: Coutinho (1998, p.108-110), Vergara (2001, p.46).

### Idade e Sexo

Koenigsberger et al (1977, p.63) afirmam que idade e sexo podem influir nas preferências térmicas. O metabolismo de pessoas mais velhas é mais lento, o que

as faz preferir temperaturas mais altas. Diz também que a mulher tem um metabolismo ligeiramente mais lento que o homem, conseqüentemente estas tem preferência por temperaturas mais altas, em torno de 1°C.

Segundo Araújo (2001, p.58), as taxas de metabolismo feminino, sob condições basais e em atividades sedentárias, induzem as mulheres a uma preferência por temperaturas ligeiramente mais altas em relação aos homens. Afirma ainda Araújo (2001, p.58) que, em relação a Influência da Idade nas condições de conforto, realmente se verifica que os idosos, segundo a hipótese mais aceita, preferem ambientes mais quentes que os jovens. De acordo com Araújo (2001, p.58 *apud* Fanger, 1977), isto se deve ao fato de que o metabolismo basal do ser humano cai com o passar do tempo, chegando a uma diferença de 5 W/m<sup>2</sup> entre os 20 e os 65 anos.

### **Forma do Corpo**

De acordo com Koenigsberger et al (1977, p.63), a relação entre superfície corporal e volume também influi nas sensações de conforto térmico. Uma pessoa magra tem maior superfície que outra mais baixa e com o mesmo peso, isso permite que a primeira suporte, e até prefira, temperaturas mais altas pois seu corpo permite uma maior dissipação de calor.

Araújo (2001, p.59) aponta outro fator importante relativo à forma do corpo. Segundo a autora pessoas obesas, realizando tarefas que exigem movimento, tem taxa metabólica mais alta, e por essa razão tendem a preferir ambientes mais frios. A gordura subcutânea também influi por ser um excelente isolante térmico.

## 2.4. VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS

Após a definição das variáveis ambientais e psicofisiológicas, faz-se necessário abordar as características das edificações tidas como as mais adequadas para regiões de clima quente-úmido, bem como as recomendações projetuais para estas regiões. Considera-se aqui o abrigo como um dos fatores que influenciam no equilíbrio térmico entre o homem e o ambiente e nas suas sensações de conforto térmico, e caracteriza-se a região estudada – Natal/RN – como de clima quente-úmido, com pequena amplitude térmica média diária.

Conforme Rivero (1986, p.61), o arquiteto tem a possibilidade de intervir sobre as variáveis do meio no sentido de tornar termicamente habitáveis os espaços construídos. A definição da forma e a orientação dos volumes, os dispositivos de proteção solar, a seleção adequada dos materiais e procedimentos construtivos, o controle da ventilação, entre outros, são elementos que definem a solução arquitetônica e que estão à disposição do projetista na definição da composição e do partido arquitetônico. É preciso, portanto, verificar os diversos componentes das decisões que influem na definição do partido arquitetônico, quais sejam:

### **Forma**

Lamberts, Dutra e Pereira (1997, p.53-54) afirmam que a forma arquitetônica tem influência significativa no conforto ambiental de uma edificação, bem como nos aspectos de consumo de energia. Isto devido a forma interferir diretamente nos fluxos de ar no interior e exterior das edificações, e nas quantidades de radiação solar direta e difusa e luz natural recebidos pela edificação. Os autores estabelecem uma relação entre a forma e o volume das edificações ressaltando que a incidência de radiação solar, segundo a época do ano e a orientação da edificação, pode trazer

diferentes repercussões quanto ao desempenho térmico da edificação que tenham o mesmo volume mas formas diferentes. Além da forma, do volume e da orientação, os materiais de fechamento externo são importantes para definir a estrutura térmica e a qualidade de iluminação nas edificações.

### **Função**

A forma e a função devem ser consideradas com a mesma prioridade no projeto das edificações. De acordo com Lamberts, Dutra e Pereira (1997, p.55-56), o estudo da função é fundamental na definição da estratégia bioclimática a ser adotada devido aos diferentes comportamentos energéticos provocados por diferentes funções determinadas para as edificações. As edificações comerciais e públicas, em contraponto às residenciais por exemplo, por seu horário de funcionamento que expõe os usuários aos efeitos do calor solar e pelos ganhos internos de calor provocados pelos equipamentos e iluminação, utilizam constantemente aparelhos de ar condicionado. Afirmam os autores que nos setores comercial e público, embora a utilização de sistemas naturais de condicionamento do ar não seja explorada, estes aparecem como condição para economia de energia e permitem evitar a dependência exclusiva dos sistemas artificiais. É preciso, portanto, que o projetista tenha conhecimento dos diversos sistemas naturais e artificiais, conhecendo sua eficiência e adequação para cada uso que se proponha para as edificações.

### **Materiais empregados na edificação**

Segundo Romero (1988, p.71-72), a forma da edificação, associada aos materiais empregados, permitem o equilíbrio térmico entre o homem e o meio.

Frota e Schiffer (2000, p.71) indicam, para o clima quente-úmido, materiais construtivos com inércia térmica<sup>3</sup> de média a leve no sentido de facilitar as perdas de calor interno armazenado durante o dia para o exterior que tem temperaturas mais amenas à noite. A cobertura deve seguir esta mesma recomendação, introduzindo elementos isolantes ou espaços de ar ventilados, que tem como característica retirar o calor que atravessa as telhas, não permitindo sua penetração nos ambientes.

### **Implantação do edifício no lote**

Teixeira (1993, p.16) afirma que o conforto térmico pode ser considerado um dos itens tecnológicos privilegiados quando do estudo de implantação de um edifício no lote. O autor aponta os princípios que lidam com o conforto térmico relativos à implantação e diz que estes princípios são aplicáveis a qualquer edificação, mesmo àquelas que possuem sistemas artificiais de controle do conforto, porque podem gerar redução de consumo de energia em todas as edificações. Em relação à implantação da edificação, considerando o ponto de vista do conforto térmico em regiões de clima quente-úmido, devem ser consideradas três variáveis climáticas fundamentais: a ventilação, a radiação solar e a umidade. O autor aponta algumas sugestões práticas, das quais destacam-se: 1) A edificação deve estar o mais exposta possível aos ventos dominantes e o menos exposta possível à radiação solar; e 2) As áreas de circulação para pedestres devem ser sombreadas.

### **Zoneamento interno da edificação**

Teixeira (1993, p.32-33) considera os meios naturais para obtenção do conforto térmico em climas quente-úmidos e define alguns princípios para o

---

<sup>3</sup> Inércia térmica é a capacidade que os materiais tem de atrasar e amortecer as ondas de calor, em função da sua densidade, condutibilidade e capacidade calorífica.

zoneamento interno das edificações. Podem ser destacados alguns deles, tais como:

1) As zonas de serviço devem estar localizadas de forma a impedir a propagação dos vapores e calor, nela produzidos, no interior das edificações; 2) Os ambientes internos devem permitir ventilação cruzada; 3) Os ambientes devem possuir pé direito alto; 4) A utilização de varandas, elementos vazados e protetores solares deve ser solucionada de tal forma a permitir o máximo de ventilação, o mínimo de radiação solar e a evitar penetração de águas de chuva; 5) O sistema construtivo adotado deve prever materiais de baixa capacidade térmica, absorver pouca umidade e deve ter paredes e cobertura em cores claras para que reflitam a luz solar; e 6) A cobertura deve ser leve e permitir a circulação de ar.

### **Ventilação**

Frota e Schiffer (2000, p.71) indicam que deve-se prever aberturas nas edificações que permitam a ventilação nas horas do dia em que as temperaturas externas são inferiores às internas. Dizem ainda que a vegetação não deve impedir a passagem dos ventos, portanto as copas das árvores devem ter limitações quanto a altura, de forma que produzam sombra mas não se constituam barreiras à penetração do ar, e que as edificações devem ser alongadas no sentido perpendicular ao vento dominante. Segundo Frota e Schiffer (2000, p.124-125), a ventilação natural nas edificações é o deslocamento do ar em seu interior, através das aberturas de entrada e saída. Desta forma, essas aberturas devem ser posicionadas e dimensionadas para provocar um fluxo de ar no recinto. Este fluxo ocorre devido às diferenças de pressão do ar entre os ambiente interno e externo, à resistência oferecida pelas aberturas, às obstruções internas e a uma série de implicações relacionadas a forma do prédio e a incidência do vento. O vento e a

diferença de densidade entre o ar interno e o externo, agindo em separado ou simultaneamente, causam as diferenças de pressão exercidas sobre a edificação. As autoras identificam os dois mecanismos que provocam a ventilação natural nos edifícios: um deles é denominado "ação dos ventos", que é provocada pela força dos ventos que promovem a movimentação do ar, e o segundo é denominado "efeito chaminé", que é consequência das diferenças de densidade do ar. A simultaneidade dos dois mecanismos pode resultar na soma das forças, ou pode resultar em contraposição e prejudicar a ventilação dos ambientes. A identificação destas ocorrências depende da análise de cada edificação, dentro das suas especificidades.

### **Insolação**

Nas palavras de Frota e Schiffer (2000, p.75), nas regiões onde predominam climas quentes, a radiação solar direta deve ser evitada nas edificações, bem como sua penetração excessiva nos ambientes, de tal forma que não ocorram ganhos excessivos de calor. Os elementos construídos e a vegetação podem ser utilizados para alcançar estes objetivos. Para tanto, faz-se necessário o conhecimento da geometria da insolação que possibilita determinar graficamente as posições de sol para determinadas épocas do ano em que se queira barrar seus raios diretos, e ainda permite definir os ângulos de incidência do sol, em função da latitude, da hora e da época do ano. As cartas solares são elementos importantes para o projeto arquitetônico e para a elaboração do traçado urbano. De acordo com Bittencourt (2000, p.38), os gráficos solares podem auxiliar "(...) na elaboração do desenho urbano de um determinado local, contribuindo para a definição do sistema viário,

estudo da insolação e sombreamento proporcionado por edifícios de gabaritos específicos, além da escolha da arborização urbana com fins de sombreamento”.

## **2.5. PRINCÍPIOS CONCEITUAIS DA AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO (APO)**

A avaliação pós-ocupação é aqui definida como uma das formas de análise sistemática dos ambientes construídos e como geradora de procedimentos que viabilizam propostas visando a melhoria do bem-estar dos usuários, inclusive no que diz respeito ao seu conforto térmico. Ambiente construído abrange desde o micro até o macroambiente, ou seja, vai desde o edifício até à cidade, incluindo conjuntos de ambientes construídos independentemente da sua escala ou complexidade.

### **Conceitos e objetivos da APO**

De acordo com Rabinowitz (1984, p.397), a APO é o diagnóstico que permite monitorar a qualidade das edificações e que fornece subsídios para a programação, definida como o conjunto de prescrições para o projeto arquitetônico e para o processo de construção. É a forma de tomar melhores decisões com conhecimento das consequências de decisões tomadas no passado.

Preiser (1988) afirma que APO é uma fase do processo construtivo que segue à sequência do planejamento, programação, projeto, construção e ocupação de uma edificação.

Ornstein (1992) apresenta a técnica metodológica de Avaliação Pós-Ocupação do desempenho de edifícios sob o ponto de vista do conforto ambiental relacionado com o comportamento humano. Diz a autora, na contextualização da APO, que qualquer ambiente construído ou conjunto de ambientes construídos, podem ser avaliados. Estes ambientes apresentam um ciclo vital dividido em duas

etapas: fase de produção, na qual estão incluídas as etapas relativas ao planejamento, projeto e construção do edifício; e fase de uso, quando o ambiente construído passa a ter um papel social pleno, cuja eficiência é medida pela satisfação dos usuários.

APO também pode ser definida como um método de análise que diagnostica os aspectos positivos e negativos dos ambientes construídos em uso, partindo das avaliações técnicas, funcionais, econômicas, estéticas e comportamentais desses ambientes, consideradas as opiniões dos técnicos, projetistas, clientes e usuários (Ornstein, 1992, p.23). Deve também elaborar recomendações no sentido de: corrigir ou minimizar problemas detectados nos ambientes construídos, através da conscientização dos usuários e do estabelecimento de programas de manutenção, visando a conservação do patrimônio público e privado; e detectar patologias e determinar terapias durante os processos de produção e uso dos ambientes construídos, através da participação intensa dos agentes envolvidos nas tomadas de decisão.

Ainda segundo Ornstein (1992, p.12), as grandes metas de uma APO são: promover a ação (ou a intervenção) que propicie a melhoria da qualidade de vida daqueles que usam um dado ambiente; e produzir informação na forma de banco de dados, gerar conhecimento sistematizado sobre o ambiente e as relações ambiente-comportamento.

### **Princípios da avaliação de desempenho dos ambientes construídos**

Ornstein (1992, p.15-17) indica a associação dos conceitos interdependentes de desempenho, idade-limite e necessidades dos usuários, aos princípios de avaliação de desempenho, a seguir apresentados de forma mais detalhada:

- Desempenho: é dado pela análise qualitativa de um ambiente em uso;
- Idade-limite: é o período de tempo durante o qual o ambiente construído atende às necessidades dos usuários;
- **Necessidades dos usuários:** o objetivo maior da avaliação de desempenho do ambiente construído e dos seus componentes é garantir o atendimento das necessidades dos seus usuários. Os critérios para tal foram definidos pelo CSTB – Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (Paris, França) – que determinou em 14 itens os objetivos ou funções a serem cumpridas pelas edificações em seu todo ou considerados seus componentes, dentre os quais destaca-se o conforto higrotérmico, definido como “(...) controle da temperatura do ar, radiação térmica, velocidade e umidade relativa do ar (limitações na sua variação, tanto no tempo como no espaço); controle de condensação”. Este e os demais itens devem ser considerados, de acordo com Ornstein (1992, p.18), dentro das especificidades determinadas pelos contextos socio-econômico, cultural, tecnológico e das condições físico-climáticas em que se apresenta.

### **Tipos de APO**

Preiser (1988, p.39-46) e Rabinowitz (1984, p.397-410), apresentam as três grandes categorias de elementos da avaliação pós-ocupação – a avaliação técnica, a funcional e a comportamental, definidas da seguinte forma:

- **Avaliação técnica:** refere-se aos elementos técnicos, nem sempre percebidos em sua importância, que definem o ambiente de fundo para as atividades humanas e tratam da saúde, segurança e bem estar dos usuários. Os fatores técnicos, comumente avaliados são: paredes externas; tetos; segurança

contra incêndio; estrutura; acabamento interno; iluminação; sistemas elétricos; acústica; aquecimento; ventilação e condicionamento do ar. Ressalta-se aqui as adaptações e complementações descritas por Ornstein (1992, p.55-57) para este item específico da avaliação técnica. A autora define as variáveis do ambiente construído a serem consideradas em uma APO e suas sub-variáveis. Desta forma, classifica como variável a avaliação técnico-construtiva e o conforto ambiental, que é o reconhecimento do "ambiente/estudo de caso", que fornecerá subsídios para a avaliação comportamental, e como sub-variável o "conforto ambiental" – conforto térmico; ventilação natural, condicionamento do ar e ventilação artificial; iluminação natural e iluminação artificial; conforto acústico; e conservação de energia;

- Avaliação funcional: refere-se a fatores que apoiam diretamente as atividades humanas e o desempenho organizacional, que são basicamente: grupos de localização (agrupamento ou separação de áreas de acordo com o fluxo de trabalho nas edificações); circulação; fatores humanos (medidas antropométricas e ergonomia são consideradas no desenvolvimento de normas e projetos adequando espaços e equipamentos ao uso humano); armazenamento e flexibilidade; mudanças (nas plantas em função de mudanças de uso e novas filosofias de trabalho);
- Avaliação comportamental: é focalizada na resposta do usuário. Enfatiza a relação entre comportamento e meio ambiente, investigando como o bem estar psicológico e fisiológico podem interferir nos ambientes construídos. Requer verificar: o uso do edifício, proximidade e território, privacidade e interação, percepção do meio ambiente e imagem e significado.

Definidos, portanto, os conceitos, os objetivos e os tipos de APO, concluiu-se que esta abordagem pode ser perfeitamente aplicada aos estudos da relação entre ambiente, comportamento e as sensações humanas, enfocados na presente pesquisa. Os resultados desta aplicação estão relacionados com a participação direta dos diversos agentes envolvidos na produção e utilização dos espaços construídos, considerados neste estudo, principalmente em função do conhecimento crítico e vivência diária desses usuários. Obtem-se, desta forma, o produto final de uma APO, que é constituído de avaliação crítica, bem como de subsídios e recomendações para futuros projetos com características semelhantes, e que podem ser dirigidos para reformas, adaptações e reorganizações dos ambientes estudados.

A revisão bibliográfica aqui apresentada forneceu bases importantes para o entendimento dos aspectos envolvidos na avaliação de desempenho da edificação estudada, particularmente nos aspectos relativos ao conforto térmico.

### 3.1. AMOSTRAGEM

#### Critérios para a escolha do Praia Shopping

O shopping center Praia Shopping foi escolhido dentro de um estudo piloto de dois shoppings abertos existentes em Natal. Esta escolha se deve a peculiaridade deste estabelecimento devido ao condicionamento artificial do ar apenas nos lojas, o que possibilita análises comparativas entre estas unidades comerciais e suas áreas comuns. Além disso, o referido estabelecimento é considerado como um empreendimento bem sucedido, bem frequentado pela população local e vizinhança.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Neste capítulo, são explicitados os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa.

Entende-se que, por se tratar de um campo relativamente novo de conhecimento no Brasil e devido ao pioneirismo da maior parte das pesquisas realizadas, a estratégia metodológica da Avaliação Pós-Ocupação constitui-se num processo dinâmico que reformula, refaz e testa novos métodos e técnicas simultaneamente à execução das pesquisas, e em função da natureza e forma do objeto estudado. Aborda-se neste capítulo um conjunto de técnicas prescritas por diversos autores, para o correto encaminhamento da APO de ambientes construídos, em especial quanto à escala e recorte aqui definidos: o edifício do ponto de vista de suas condições de conforto térmico.

#### **3.1. AMOSTRAGEM**

##### **Critérios para a escolha do Praia Shopping**

O shopping center Praia Shopping foi escolhido dentro de um limitado universo de dois shoppings abertos existentes em Natal. Esta escolha se deve a peculiaridade deste estabelecimento dispor de condicionamento artificial do ar apenas nas lojas, o que possibilitou estabelecer análises comparativas entre estes locais e suas áreas comuns, as circulações. Além disso, o referido estabelecimento é considerado como um empreendimento bem sucedido, bem freqüentado pela população local e visitantes.

### **Definição do tipo de amostragem**

Optou-se nesta pesquisa pela amostragem do tipo aleatória simples e estratificada na qual, de acordo com Richardson (1999, p.161-162), os elementos da população têm uma probabilidade igual ou conhecida, diferente de zero, de ser selecionados para formar parte da amostra. Este tipo requer um mínimo conhecimento da população, cálculos simples e é de fácil análise. Entretanto, apresenta como desvantagem o fato de não incluir casos minoritários em populações muito grandes.

### **Crítérios para definição do tamanho da amostra**

Conforme Richardson (1999, p.167-173), amostra é uma porção de uma determinada população que deve incluir um número suficiente de casos que seja representativo do todo e que represente uma fração mínima a ser considerada. Esta fração não deve ser ultrapassada, por razões de racionalização de tempo e custos da pesquisa. O tamanho da amostra depende dos seguintes fatores:

- Amplitude do universo, que divide-se em: finitos (limitados), que são os que não ultrapassam 100.000 elementos, e infinitos, que ultrapassam esta quantidade;
- Nível de confiança estabelecido, no qual a distribuição das informações coletadas no universo ajusta-se a lei normal da probabilidade, e configura-se em uma curva normal (dita "de Gauss"). Em pesquisas de cunho social, trabalha-se com o nível de confiança equivalente a 95%;
- Supondo-se que ocorrem erros de medição nos resultados das amostras, admite-se erros de estimação (E) que diminuem na medida em que aumenta

o tamanho das amostras. Em pesquisas de cunho social admite-se erro de até 6%. Usualmente, trabalha-se com erro de 4 a 5%;

- Proporção da característica pesquisada no universo, que é a estimativa da proporção ( $p$ ) que a característica pesquisada apresenta na população.

## 3.2. PESQUISA DE CAMPO

Como dito, uma população de 11.440 usuários frequenta diariamente o Praia Shopping, tomadas as médias de freqüência de clientes para a quinta-feira e para o sábado. Desta forma, para este universo finito, admite-se como aceitável um nível de confiança de 95%, em analogia às pesquisas sociais, um erro de estimação de 4% e uma proporção de 50% de pessoas em conforto, pelo fato de não se ter previamente uma estimativa segura deste percentual.

Segundo Richardson (1999, p.170-171), pode-se obter o tamanho da amostra aplicando a seguinte equação:

$$n = \frac{\sigma^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{E^2 (N-1) + \sigma^2 \cdot p \cdot q}$$

Onde:

$n$  = Tamanho da amostra.

$\sigma^2$  = Nível de confiança escolhido, em número de desvios (sigmas).

$p$  = Proporção das características pesquisadas no universo, calculada em percentagem.

$q$  = Proporção do universo que não possui a característica pesquisada.

( $q = 1 - p$ ). Em percentagem:  $q = 100 - p$ .

$E^2$  = Erro de estimação permitido.

$N$  = Tamanho da população

De acordo com a fórmula acima e os dados previamente estabelecidos, definiu-se, para a presente pesquisa, uma amostra de, pelo menos, 590 usuários visando a aplicação dos questionários.

### **3.2. PESQUISA DE CAMPO**

Rivero (1986, p.69) identifica uma tendência na apresentação dos valores médios ou das frequências dos elementos climáticos do meio – temperatura, umidade e velocidade do ar e a radiação solar – que é a organização destes valores em dias típicos de projeto ou de cálculo, mediante estudos estatísticos, em que esses agentes são analisados segundo suas variações simultâneas e não separados, em dias consecutivos.

De acordo com Araújo, Martins e Araújo (1998, p.33), foram identificados em Natal (ver Figura 3.1) dias climáticos típicos em dois períodos anuais distintos (ver Figuras 3.2 a 3.6). O período de abril a setembro, com temperaturas mais amenas e maior umidade relativa do ar, e o período de outubro a março com temperaturas mais elevadas e menor umidade relativa do ar. Desta forma, optou-se pelos meses de julho e dezembro para realização das medições das variáveis ambientais e aplicação dos questionários. Foram definidos dois dias para a coleta de dados em cada um dos meses, nas seguintes datas: 26 e 28 de julho, e 13 e 15 de dezembro. A escolha recaiu sobre os dias de quinta-feira e sábado pelos seguintes motivos: notadamente, e de acordo com a administração do shopping, o sábado é o dia de maior afluxo de clientes ao estabelecimento; a quinta-feira foi escolhida aleatoriamente entre os dias úteis da semana. Levou-se em conta que dois dias seriam suficientes para atingir o tamanho da amostragem pretendida, o que de fato ocorreu. Finalmente, foram definidos os horários das 12, 13, 20 e 21 horas para a

primeira coleta de dados. Em função do horário de verão, adotado inclusive no Estado do Rio Grande do Norte, foram definidos os horários de 13, 14, 21 e 22 horas para o período da segunda coleta de dados. Acredita-se que nestes horários são verificadas as menores e as maiores temperaturas do ar no interior do Praia Shopping, considerado apenas o intervalo entre abertura e fechamento do edifício ao público.



Figura 3.1 – Localização da cidade de Natal/RN

Fontes: Coordenadas (Araújo 2001, p.49) e imagem capturada na Internet, no site: <http://www.geocities.com/soho/3114/natal.html>.

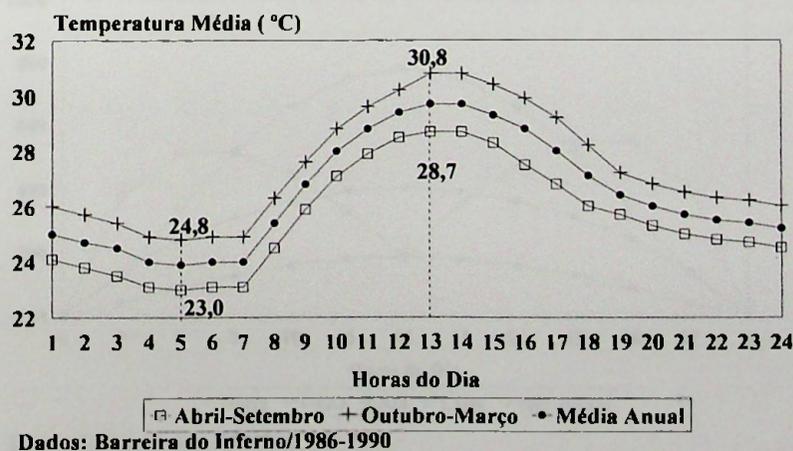


Figura 3.2 – Gráfico do comportamento dos dias típicos da temperatura do ar para Natal/RN (Araújo, Martins e Araújo, 1998, p.34).

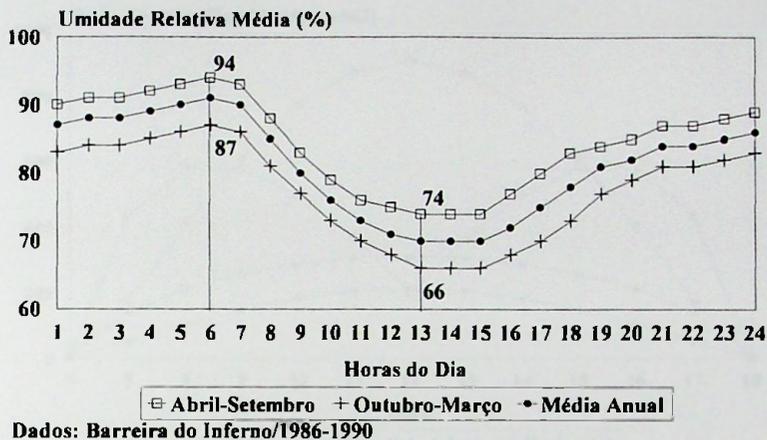


Figura 3.3 – Gráfico do comportamento dos dias típicos da umidade relativa do ar para Natal/RN (Araújo, Martins e Araújo, 1998, p.36).

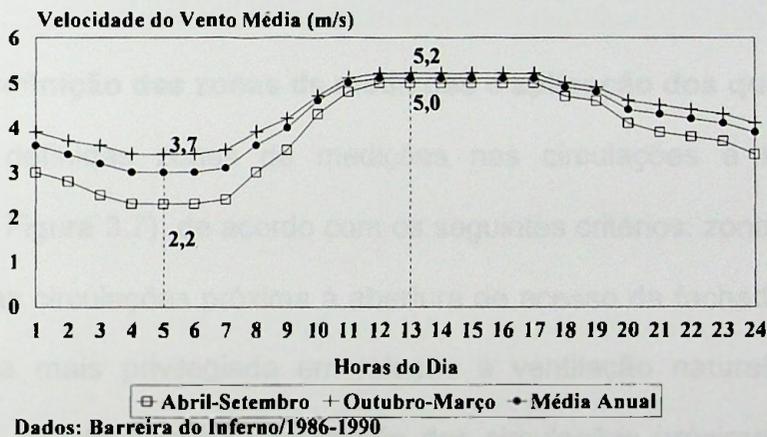


Figura 3.4 – Gráfico do comportamento dos dias típicos da velocidade dos ventos para Natal/RN (Araújo, Martins e Araújo, 1998, p.38).

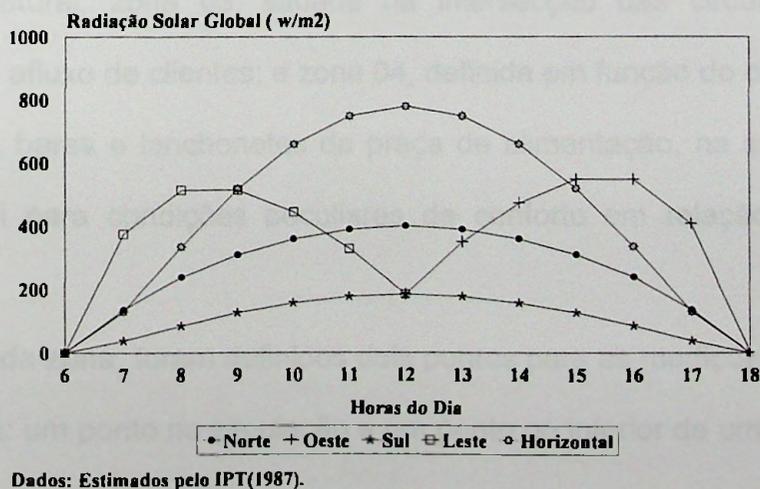


Figura 3.5 – Gráfico do comportamento do dia típico da radiação solar para o período de abril a setembro para a região de estudo (Araújo, Martins e Araújo, 1998, p.42).

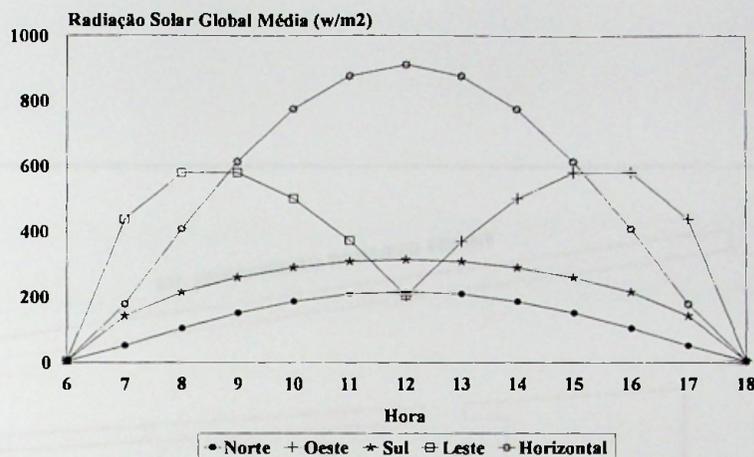


Figura 3.6 – Gráfico do comportamento do dia típico da radiação solar para o período de outubro a março para a região de estudo (Araújo, Martins e Araújo, 1998, p.43).

### 3.2.1. Definição das zonas de medições e aplicação dos questionários

Foram definidas zonas de medições nas circulações e lojas do Praia Shopping (ver Figura 3.7), de acordo com os seguintes critérios: zona 01, situada na intersecção das circulações próxima à abertura de acesso da fachada sudeste, que considera-se a mais privilegiada em relação à ventilação natural predominante sudeste; zona 02, definida na intersecção das circulações próxima à abertura de acesso na fachada noroeste, que considera-se a menos privilegiada em relação à ventilação natural; zona 03, situada na intersecção das circulações de maior movimento e afluxo de clientes; e zona 04, definida em função do calor gerado pelos restaurantes, bares e lanchonetes da praça de alimentação, na sua parte coberta, que contribui para condições peculiares de conforto em relação ao restante do shopping.

Em cada zona, foram definidos dois pontos para as medições e aplicação dos questionários: um ponto na circulação e um ponto no interior de uma loja.

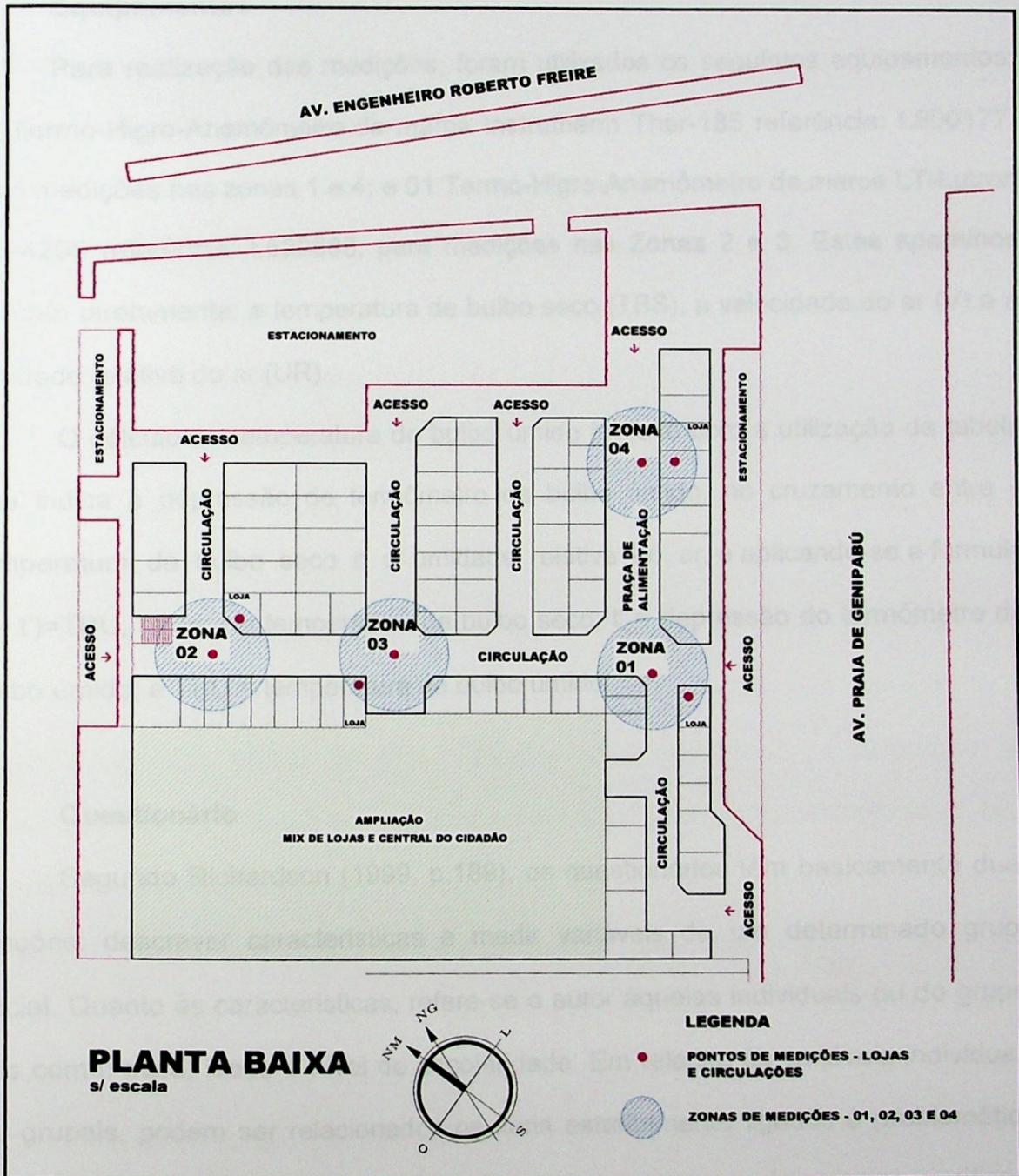


Figura 3.7 – Planta baixa esquemática do Praia Shopping, com definição das zonas e pontos de medições.

Fonte: Administração do Praia Shopping, adaptada pelo autor.

### 3.2.2. Instrumentos de investigação

#### Equipamentos

Para realização das medições, foram utilizados os seguintes equipamentos:

01 Termo-Higro-Anemômetro da marca Instrutherm Thar-185 referência: L800177, para medições nas zonas 1 e 4; e 01 Termo-Higro-Anemômetro da marca LT-Lutron AM-4205 referência: L620598, para medições nas Zonas 2 e 3. Estes aparelhos indicam diretamente: a temperatura de bulbo seco (TBS), a velocidade do ar (V) e a umidade relativa do ar (UR).

O cálculo da temperatura de bulbo úmido foi feito com a utilização da tabela que indica a depressão de termômetro de bulbo úmido, no cruzamento entre a temperatura de bulbo seco e a umidade relativa do ar, e aplicando-se a fórmula  $(t - t') = TBU$ , onde:  $t$  = temperatura de bulbo seco;  $t'$  = depressão do termômetro de bulbo úmido; e TBU = temperatura de bulbo úmido.

#### Questionário

Segundo Richardson (1999, p.189), os questionários têm basicamente duas funções: descrever características e medir variáveis de um determinado grupo social. Quanto às características, refere-se o autor àquelas individuais ou do grupo, tais como: peso, idade e nível de escolaridade. Em relação às variáveis individuais ou grupais, podem ser relacionados os itens estreitamente ligados à problemática estudada, muitas vezes apresentados em forma de escala, e que verificam fenômenos comportamentais, tais como: alienação, religiosidade, entre outros. Richardson (1999, p.90) classifica os tipos de questionários segundo os tipos de perguntas feitas aos entrevistados que podem ser abertas ou fechadas, e pelo modo

de aplicação destes, que pode ser feito através de contato direto ou através do correio.

Na montagem do questionário da presente pesquisa, optou-se pela elaboração de questões fechadas e pela aplicação através de contato direto com os entrevistados. Os passos seguintes foram:

- Determinação dos aspectos de interesse para a pesquisa de acordo com seu objeto, seus objetivos e hipóteses levantadas;
- Definição da sequência das perguntas de acordo com o plano estabelecido;
- Redação das questões;
- Diagramação do formulário;
- Discussão das instruções e procedimentos para aplicação dos questionários.

O formulário resultante (ver Figura 3.8) consiste de um cabeçalho identificando a pesquisa e o programa ao qual está vinculada. Em seguida, há um campo com os dados de local, data e zona pertinentes à aplicação dos questionários, e os dados dos usuários relativos às variáveis psicofisiológicas, tipo e atividade de cada entrevistado e suas vestes. Em seguida, encontra-se a escala de sete (07) pontos (de muito quente a muito frio) que indica o grau de satisfação, verificando desta forma como o usuário está sentindo o ambiente no mesmo momento em que estão sendo medidas as variáveis ambientais. Esta escala foi construída em analogia à escala sétima da ASHRAE ou escala de sete (07) pontos de percepção térmica, apresentada por Lamberts e Xavier (2002, p.15) normalmente utilizada em estudos de conforto térmico, como observado na tabela 3.1. A escala sétima da ASHRAE verifica os percentuais de pessoas satisfeitas e insatisfeitas com o ambiente térmico, ou seja: aquelas que votam +3 (muito quente), +2 (quente), -2

(frio) e -3 (muito frio) estão insatisfeitas e as demais, satisfeitas com o conforto térmico do ambiente.

Na seqüência, foram listadas várias sensações para serem associadas à escala do grau de satisfação e, finalmente, foram apresentadas questões relativas à opinião dos usuários quanto as instalações do shopping, buscando estabelecer uma coerência com as respostas anteriores e, ao mesmo tempo, visando consubstanciá-las.

Tabela 3.1 – Escalas de percepção/sensações térmicas

Escala sétima das sensações térmicas da ASHRAE		Escala definida para a presente pesquisa
Fonte: Lamberts e Xavier (2002, p.15)		
MUITO QUENTE	+3	MUITO QUENTE (MQ)
QUENTE	+2	QUENTE (Q)
LEVEMENTE QUENTE	+1	POUCO QUENTE (PQ)
NEUTRO	0	CONFORTÁVEL (C)
LEVEMENTE FRIO	-1	POUCO FRIO (PF)
FRIO	-2	FRIO (F)
MUITO FRIO	-3	MUITO FRIO (MF)

As escalas utilizadas em estudos de conforto térmico visam mensurar as sensações térmicas dos indivíduos. Estas sensações representam o estado psicológico das pessoas em relação ao ambiente térmico, e são verificadas durante as medições das variáveis ambientais.

**UFRN – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PESQUISA: AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DE SHOPPING CENTER EM NATAL/RN**

1. DATA:	2. ZONA:	3. <input type="checkbox"/> LOJA <input type="checkbox"/> CIRCULAÇÃO	4. HORÁRIO
<b>5. DADOS DO USUARIO</b>			

SEXO	IDADE	PESO	TIPO	ATIVIDADE
1. <input type="checkbox"/> M	1. <input type="checkbox"/> - 20 2. <input type="checkbox"/> 20 A 35	_____ kg	1. <input type="checkbox"/> FUNCIONÁRIO 2. <input type="checkbox"/> CLIENTE	1. <input type="checkbox"/> COMPRAS 2. <input type="checkbox"/> LAZER
2. <input type="checkbox"/> F	3. <input type="checkbox"/> 35 A 50 4. <input type="checkbox"/> + 60		3. <input type="checkbox"/> FORNECEDOR 4. <input type="checkbox"/> OUTROS:	3. <input type="checkbox"/> SERVIÇOS 4. <input type="checkbox"/> OUTROS

**ROUPAS:**  SUNGA DE BANHO  CAMISETA  CAMISA CURTA  CAMISA COMPRIDA  
 CAMISA GROSSA CURTA  CALÇA COMPRIDA  SAIA GROSSA  VESTIDO LEVE  
 VESTIDO GROSSO  BLUSA FINA  BLUSA GROSSA  CALÇA FINA  CALÇA MÉDIA  
 CALÇA GROSSA  SAPATOS  SANDÁLIA

**6. RESPOSTAS DO USUARIO**

**5.1. COMO O SR(A). ESTÁ SENTINDO ESTE AMBIENTE NESTE MOMENTO?**

- O AMBIENTE ESTÁ MUITO QUENTE  
 O AMBIENTE ESTÁ QUENTE  
 O AMBIENTE ESTÁ POUCO QUENTE  
 O AMBIENTE ESTÁ CONFORTÁVEL  
 O AMBIENTE ESTÁ POUCO FRIO  
 O AMBIENTE ESTÁ FRIO  
 O AMBIENTE ESTÁ MUITO FRIO

**5.2. O SR(A). ASSOCIA ALGUMA DAS SENSACIONES ABAIXO DESCRITAS À RESPOSTA ANTERIOR?**

- a)  MUITA TRANSPIRAÇÃO  POUCA TRANSPIRAÇÃO  NENHUMA TRANSPIRAÇÃO  NSR  
b)  IMPACIÊNCIA  TRANQUILIDADE  NSR  
c)  VONTADE DE IR EMBORA  VONTADE DE PERMANECER MAIS TEMPO  NSR

**5.3. NA SUA OPINIÃO:**

- d) O PRAIA SHOPPING PRECISA DE AR CONDICIONADO NOS CORREDORES?  
 SIM  NÃO  NSR  
e) JÁ ENTROU EM ALGUMA DAS LOJAS DO SHOPPING?  
 SIM  NÃO  
f) SENTE ALGUMA DIFERENÇA NO CONFORTO ENTRE AS LOJAS COM AR CONDICIONADO E OS CORREDORES?  
 SIM  NÃO  NSR

OBS.: \_\_\_\_\_

Figura 3.8 – Formulário do pesquisador.

### 3.2.3. Medição das variáveis ambientais

Definidos os períodos, dias, horários e locação dos pontos das medições e trelnadas as equipes de pesquisadores, foram adotados os seguintes procedimentos:

- Foram constituídas duas equipes com dois pesquisadores em cada uma delas. A primeira equipe encarregou-se das medições e aplicação dos questionários nas zonas 1 (ver Figura 3.9) e 4, a segunda equipe encarregou-se das zonas 2 e 3;
- As equipes posicionavam-se em cada uma das zonas e realizavam suas tarefas de forma a existir simultaneidade entre as medições das variáveis ambientais e a aplicação dos questionários;
- Um componente da equipe realizava as medições no mesmo momento em que o outro aplicava os questionários;
- As medições das variáveis ambientais foram realizadas da seguinte forma: o pesquisador posicionava-se no ponto previamente definido; o Termo-Higro-Anemômetro era posicionado manualmente a uma altura em torno de 1.50 m do piso para captação da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar.

### 3.2.4. Aplicação dos questionários

A aplicação dos questionários foi realizada da seguinte forma:

- O pesquisador apresentava sua identificação e explicava os objetivos da pesquisa;
- Os itens eram abordados de forma objetiva, aguardava-se alguns segundos pela resposta e, eventualmente, explicava-se algum dos pontos duvidosos ao entrevistado;

- O pesquisador buscava sempre atingir uma cota mínima pré-determinada de dez questionários, visando atingir o tamanho da amostra definida;
- Definiu-se previamente que seriam entrevistados, preferencialmente, usuários na faixa etária entre 20 e 50 anos que trajassem vestimentas com resistência de no máximo 1,0 clo e não aparentassem obesidade. A identificação dessas características foi feita visualmente pelos pesquisadores, antes da abordagem. Posteriormente, os dados constantes nos formulários confirmaram que, de um modo geral, as condições prévias foram atendidas.



Figura 3.9 – Medição na zona 01 - circulação

Foto: Luciano Barbosa

### 3.3. MÉTODOS PARA ANÁLISE DA EDIFICAÇÃO

Na presente pesquisa, foi imprescindível uma análise da edificação quanto à adequação das suas características projetuais, em relação às condições do clima local. Neste item são propostos instrumentos para a abordagem destes aspectos.

A relação arquitetura/clima é fator indispensável à análise das condições de conforto térmico. Apesar de existir, na literatura, uma série de recomendações para o projeto do edifício ambientalmente "correto"<sup>4</sup>, verificou-se que a maior parte delas baseou-se no trabalho precursor, e em nada obsoleto, de Carl Mahoney.

#### **Método proposto por Carl Mahoney para determinação da relação Arquitetura-clima aplicado ao caso de Natal**

Carl Mahoney propõe uma forma objetiva e simples de verificar as recomendações projetuais mais adequadas segundo as condições climáticas específicas de cada sítio (ONU, 1973).

Este método baseia-se nos dados climáticos de cada região estudada e tem como objetivo especificar que tipo de implantação, orientação, forma e estrutura deve ter a edificação em cada tipo de clima. O método admite alguns pressupostos: as diferenças entre o clima regional e o clima local raras vezes são grandes o suficiente para influir nas decisões dos projetistas; o projeto deve basear-se em condições típicas e não nas condições extremas, bastando considerar as médias mensais das máximas e mínimas diárias relativas aos dados climáticos; os dados sobre temperatura e umidade do ar indicam o rigor climático que se espera em cada região e são complementados pelos dados de variações diárias e anuais de temperatura, das precipitações e dos ventos; é possível definir zonas de "bem-estar"

---

<sup>4</sup> Rivero (1996); Lamberts, Dutra e Pereira (1997); Romero (1988); Frota e Schiffer (2000); Teixeira (1993), dentre outros.

nas quais pelo menos 70% das pessoas dizem estar confortáveis; as zonas de "bem-estar" podem ser definidas sempre que se conheçam a temperatura média anual e os dados de umidade do ar correspondentes ao mesmo período. Todas essas informações podem gerar conjecturas na fase projetual nem sempre bem sucedidas quando da execução das edificações. O método criado por Mahoney busca efetivamente eliminar os riscos destas conjecturas errôneas através da objetividade do preenchimento "passo-a-passo" de quadros e da consequente análise das informações, resultando em prescrições que orientam em linhas gerais o ante-projeto de edificações (ONU, 1973, p.24-26).

### **Diagramas ou gráficos solares**

Bittencourt (2000) afirma que a utilização inteligente do sol nas edificações já data de milhares de anos. Dos habitantes trogloditas à Arquitetura Moderna Brasileira, passando pela Arquitetura Islâmica, pelos Pueblos Norte-Americanos e pelas prescrições do arquiteto grego Vitruvius, o autor diz que há muito existe a preocupação com o correto uso da energia solar.

Considera-se que, no estudo do uso da energia solar e sua aplicação no projeto de edificações e no desenho urbano, é de fundamental importância conhecer e aplicar os diagramas ou gráficos solares, que nada mais são do que representações gráficas, no plano horizontal, do percurso do sol na abóbada celeste da terra, nos diversos períodos do dia e do ano.

De acordo com Bittencourt (2000, p.39), os diagramas solares podem ser utilizados na definição da melhor orientação para as edificações, e para analisar de que forma a incidência solar se comporta nas fachadas que a recebem, permitindo o dimensionamento e uso correto de protetores solares.

Na presente pesquisa, foram elementos de análise importantes o estudo da insolação sobre o edifício estudado, bem como dos protetores solares existentes, de forma a aferir sua eficiência na proteção das fachadas. Além disso, foi também considerado o posicionamento da edificação em relação aos ventos dominantes, fator indispensável em regiões de clima quente-úmido.

### **3.4. PROCEDIMENTOS PARA OS CÁLCULOS DOS ÍNDICES DA TEMPERATURA EFETIVA PADRÃO (TEP) E DA PERCENTAGEM DE PESSOAS INSATISFEITAS (PPD)**

Com base nos dados coletados relativos às vestes e à atividade desenvolvida pelos usuários entrevistados e relativos às medições das variáveis ambientais, de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar, foram efetuados os cálculos da Temperatura Efetiva Padrão (TEP ou SET) e da Percentagem de Pessoas Insatisfeitas (PPD). Para tanto, foi utilizado o programa computacional Analysis 1.5, desenvolvido pelo Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termofísicas dos Materiais, do Núcleo de Pesquisa em Construção Civil, da Universidade Federal de Santa Catarina, em 1996 (UFSC, 2002).

O Analysis 1.5, que avalia condições de conforto térmico em conformidade com a ISO-7730, é um software para avaliação bioclimática a partir de dados climáticos plotados em cartas bioclimáticas.

Após efetuados os cálculos da TEP e do índice da PPD, procedeu-se à análise comparativa entre os resultados obtidos através do programa computacional e os resultados obtidos através do tratamento estatístico dos dados coletados, quanto ao grau de satisfação dos usuários, detectados com a aplicação dos questionários.

### 3.5. INCERTEZAS EXPERIMENTAIS

As Incertezas experimentais ocorrem em função da possibilidade de ocorrência de quatro fatores:

- Podem ter havido alguns erros de medição devido, principalmente, a **calibração dos instrumentos utilizados;**
- Secundariamente, **erros de medições podem ser creditados à eventual falta de rigor das equipes de medições, em que pesem o treinamento efetuado e a padronização dos procedimentos;**
- As generalizações das taxas metabólicas para diferentes indivíduos executando a mesma atividade, para efeito de cálculo da PPD, podem levar a erros nas estimativas destas taxas e nas estimativas da resistência das vestes dos usuários;
- Não se pode garantir que todos os entrevistados tenham entendido plenamente todas as perguntas formuladas, o que pode ter interferido nas suas respostas.

## 4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo, são apresentados e analisados os dados resultantes da pesquisa primária, obtidos através da aplicação dos questionários, bem como os resultados das medições das variáveis ambientais realizadas nos dois períodos estudados, ou seja: 26 e 28 de julho de 2001, nos horários de 12, 13, 20 e 21 horas, e 13 e 15 de dezembro de 2001, nos horários de 13, 14, 21 e 22 horas.

Buscou-se analisar as interrelações entre as variáveis psicofisiológicas e as ambientais e a influência destas na variável grau de satisfação do usuário em relação ao ambiente, medida segundo a escala de sete pontos: muito quente (MQ), quente (Q), pouco quente (PQ), confortável (C), pouco frio (PF), frio (F) e muito frio (MF). Procurou-se cruzar as respostas relativas às sensações associadas com a variável "grau de satisfação".

Foram calculados a Temperatura Efetiva Padrão (TEP) e o índice da Percentagem de Pessoas Insatisfeitas (PPD). Os resultados foram comparados às sensações térmicas dos usuários em relação ao ambiente, mensuradas pela escala do grau de satisfação.

Foram determinados os parâmetros de conforto térmico a partir da média dos valores das variáveis ambientais e definiu-se as zonas de conforto térmico, delimitadas sobre o Nomograma de Temperatura Efetiva, para os locais estudados – circulações e lojas.

Foi feita também a análise da edificação quanto ao atendimento das recomendações projetuais para edificações em climas quente-úmidos, segundo as

prescrições de diversos autores, e quanto à insolação, através dos diagramas solares.

#### 4.1. DADOS GERAIS RELATIVOS AOS DOIS PERÍODOS ESTUDADOS

Ocorreu uma distribuição homogênea do número de questionários aplicados por zona em cada período, nos dois dias pesquisados, ou seja: 27,83% foram aplicados na zona 1; 23,94% na zona 2; 23,62% na zona 3; e 24,61% na zona 4. Os números totais de entrevistas por período correspondem, respectivamente, a 2,82% e 2,58% da clientela do shopping nos dias pesquisados – quinta-feira e sábado – que é de 11.440 clientes/dia, em média.

A tabela 4.1 apresenta dados relativos ao número total de 618 questionários aplicados, que ultrapassaram o número de 590 usuários, definido como amostragem mínima para o presente estudo. Apresenta ainda os dados relativos às zonas de medições nas quais foram verificadas as variáveis ambientais e aplicados os questionários.

Tabela 4.1 – Dias pesquisados e quantidade de questionários aplicados nos dois períodos estudados por zona de conforto e por local (lojas e circulações)

	DIAS	ZONAS	QUANT.	LOJAS	CIRCULAÇÕES	TOTAL
1º PERÍODO julho, 2001	26 e 28	1	99	25	298	323
		2	72			
		3	72			
		4	80			
2º PERÍODO dez., 2001	13 e 15	1	73	32	263	295
		2	76			
		3	74			
		4	72			
<b>TOTAL PARA OS DOIS PERÍODOS</b>						<b>618</b>

## 4.2. ANÁLISE DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS RELATIVAS AOS DOIS PERÍODOS ESTUDADOS

Após tabulados os dados relativos às variáveis ambientais obtidos através das medições sistemáticas nos quatro horários – 12, 13, 20 e 21 horas no primeiro período, e 13, 14, 21 e 22 horas no segundo período – nos dois dias de medições, foram determinados os valores máximos médios, mínimos médios, e a média destes, calculados a partir das médias relativas para cada horário em cada local de medição (ver Figuras 4.1 a 4.14).

### GRÁFICOS DAS TEMPERATURAS DE BULBO SECO

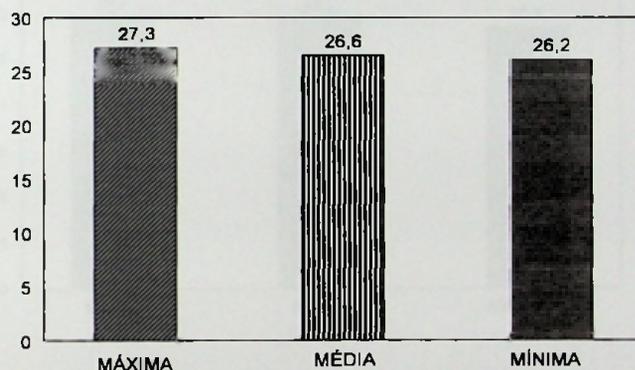


Figura 4.1 – Gráfico das Temperaturas de Bulbo Sêco – TBS – médias, em °C, para as medições efetuadas nas circulações no primeiro período estudado – julho, 2001.

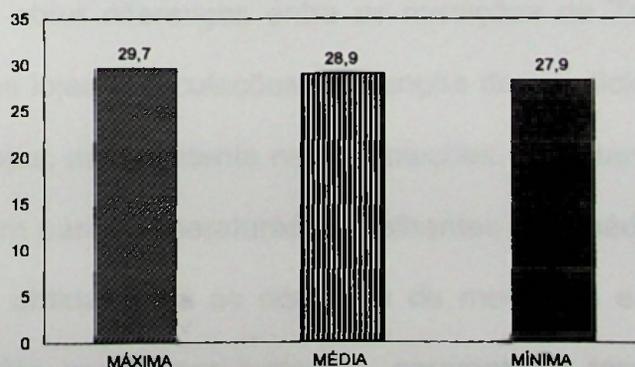


Figura 4.2 – Gráfico das Temperaturas de Bulbo Sêco – TBS – médias, em °C, para as medições efetuadas nas circulações no segundo período estudado – dezembro, 2001.

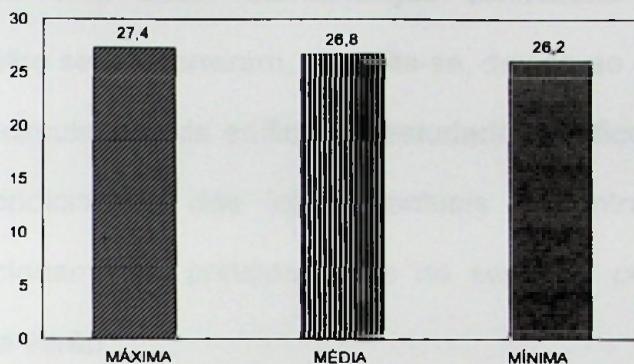


Figura 4.3 – Gráfico das Temperaturas de Bulbo Sêco – TBS – médias, em °C, para as medições efetuadas nas lojas no primeiro período estudado – julho, 2001.

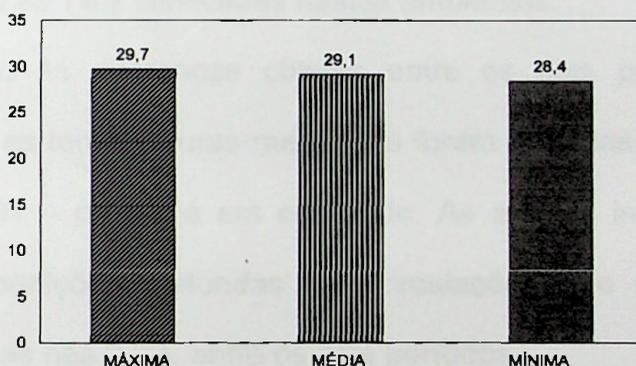


Figura 4.4 – Gráfico das Temperatura de Bulbo Sêco – TBS – médias, em °C, para medições efetuadas nas lojas no segundo período estudado – dezembro, 2001.

Esperava-se obter diferenças entre as medições de Temperatura de Bulbo Seco realizadas nas lojas e circulações em função do condicionamento artificial do ar no interior das lojas, não existente nas circulações. Entretanto, os resultados das medições apontaram para temperaturas semelhantes nas médias, médias máximas e médias mínimas obtidas para os dois dias de medições em cada período, nos quatro horários. No verão, por exemplo, enquanto a temperatura média nas circulações foi de 28,9°C (ver Figura 4.2), no interior das lojas a média ficou em

29,1°C (ver Figura 4.4). Estas semelhanças verificadas nas medições das temperaturas de bulbo seco ocorreram, acredita-se, devido ao constante movimento do ar cruzado nas circulações da edificação estudada. Verificou-se também que, o sistemas de ar-condicionado das lojas, pontuais e centrais, tinham horários irregulares de funcionamento, principalmente no segundo período de medições, durante o horário de verão.

De acordo com Frota e Schiffer ( 2001, p.124), o constante movimento natural do ar cruzado nas circulações pode remover o excesso de calor acumulado no interior da edificação, resfriando os elementos do edificio e, portanto, incidindo diretamente sobre as TBS verificadas nestes ambientes.

Em relação às diferenças obtidas entre os dois períodos de medições, percebeu-se que as temperaturas mais altas foram medidas no segundo período – dezembro de 2001 – o que já era esperado. As médias indicaram diferenças de 2,3°C para as medições efetuadas nas circulações e o mesmo valor para as medições efetuadas nas lojas, entre os dois períodos.

#### GRÁFICOS DAS UMIDADES RELATIVAS

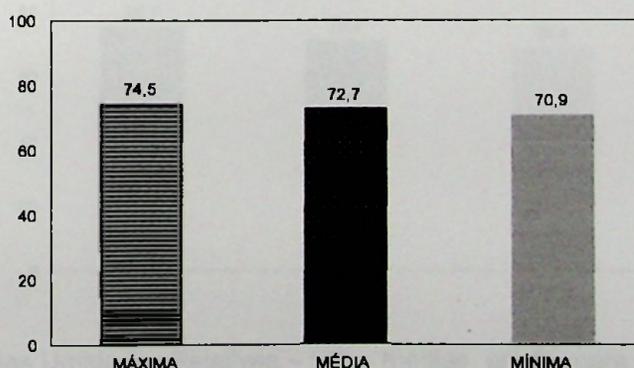


Figura 4.5 – Gráfico das Umidades Relativas – UR – médias, em %, para as medições efetuadas nas circulações no primeiro período estudado – julho, 2001.

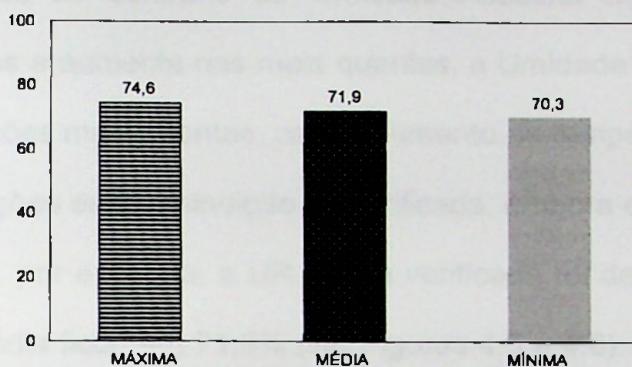


Figura 4.6 – Gráfico das Umidades Relativas – UR – médias, em %, para as medições efetuadas nas circulações no segundo período estudado – dezembro, 2001.

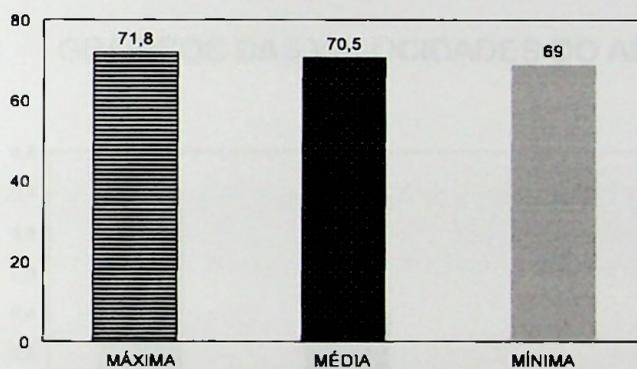


Figura 4.7 – Gráfico das Umidades Relativas – UR – médias, em %, para as medições efetuadas nas lojas no primeiro período estudado – julho, 2001.

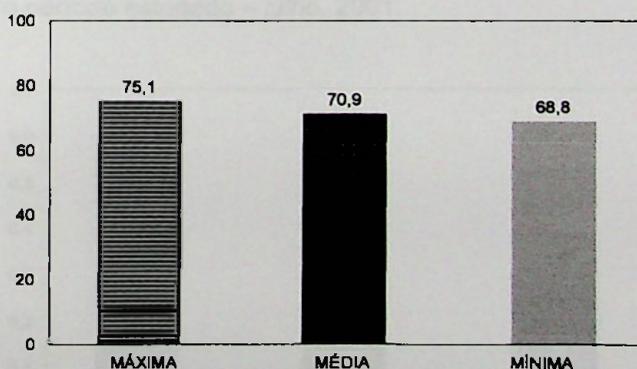


Figura 4.8 – Gráfico das Umidades Relativas – UR – médias, em %, para as medições efetuadas nas lojas no segundo período estudado – dezembro, 2001.

Sabe-se que ao contrário da Umidade Absoluta do Ar que diminui nas estações mais frias e aumenta nas mais quentes, a Umidade Relativa do Ar tende a diminuir nas estações mais quentes, com o aumento da temperatura (Romero, 1988, p.39). Nas circulações esta diminuição foi verificada, embora de forma bastante sutil, já que no inverno, por exemplo, a UR média verificada foi de 72,7%, enquanto que no verão a UR média ficou em 71,9% (ver Figuras 4.5 e 4.6). Entretanto nas lojas, a variação da UR entre os dois períodos apresentou comportamento diferente do esperado para a máxima e para a média medidas (ver Figuras 4.7 e 4.8).

#### GRÁFICOS DAS VELOCIDADES DO AR

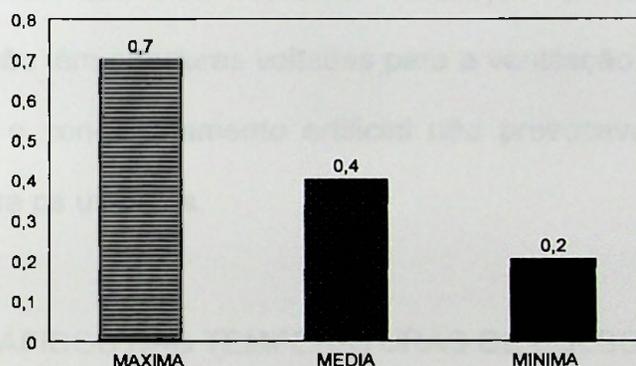


Figura 4.9 – Gráfico das Velocidades do Ar – V – médias, em m/s, para as medições efetuadas nas circulações no primeiro período estudado – julho, 2001.

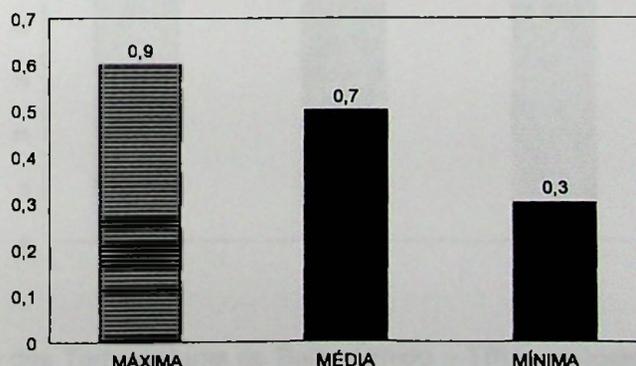


Figura 4.10 – Gráfico das Velocidades do Ar – V – médias, em m/s, para as medições efetuadas nas circulações no segundo período estudado – dezembro, 2001.

As máximas, médias e mínimas para a Velocidade do Ar apresentaram uma significativa variação do primeiro para o segundo períodos estudados. No primeiro período estudado, observou-se que a Velocidade do Ar, em média, foi de 0,4 m/s (ver Figura 4.9). Já no segundo período a velocidade média verificada foi de 0,7m/s (ver Figura 4.10). Sabe-se que a Velocidade do Ar na cidade do Natal apresenta variações importantes entre os períodos de abril a setembro e de outubro a março, e que a velocidade tende a ser maior neste segundo período em relação ao primeiro (Araújo, Martins e Araújo, 1998, p.37-38). Portanto, inferiu-se que o movimento do ar medido nas circulações seguiu a mesma tendência verificada para toda a cidade. Nas lojas, a Velocidade do Ar foi considerada igual a zero para todas as medições, já que estes ambientes não recebem ventilação direta, são condicionados artificialmente e não têm aberturas voltadas para a ventilação dominante. Observou-se também, que o condicionamento artificial não provocava deslocamento de ar diretamente sobre os usuários.

#### GRÁFICOS DAS TEMPERATURAS DE BULBO ÚMIDO

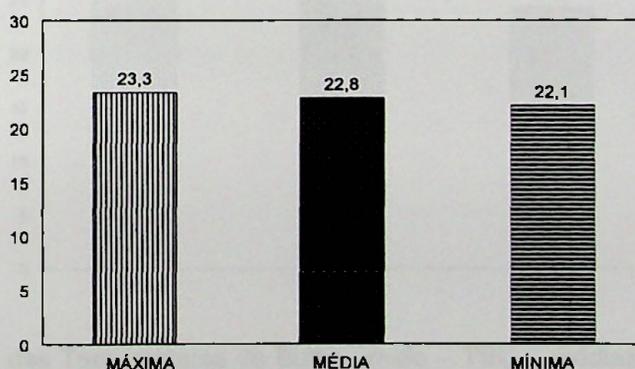


Figura 4.11 – Gráfico das Temperaturas de Bulbo Úmido – TBU – médias, em °C, para as medições efetuadas nas circulações no primeiro período estudado – julho, 2001.

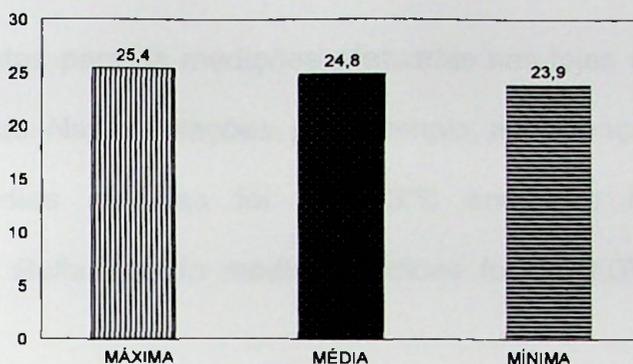


Figura 4.12 – Gráfico das Temperaturas de Bulbo Úmido – TBU – médias, em °C, para as medições efetuadas nas circulações no segundo período estudado – dezembro, 2001.

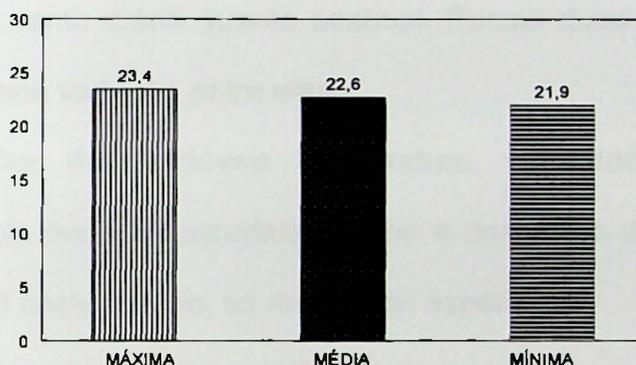


Figura 4.13 – Gráfico das Temperaturas de Bulbo Úmido – TBU – médias, em °C, para as medições efetuadas nas lojas no primeiro período estudado – julho, 2001.

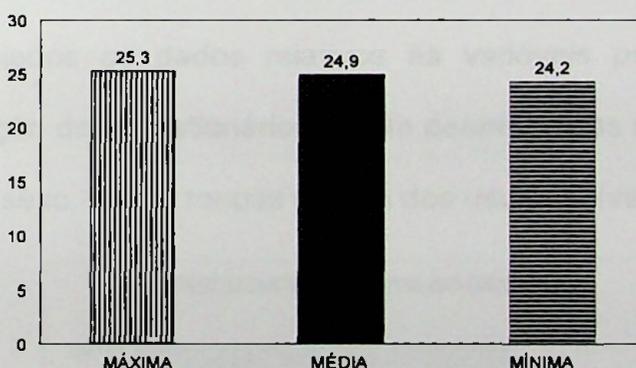


Figura 4.14 – Gráfico das Temperaturas de Bulbo úmido – TBU – médias, em °C, para as medições efetuadas nas lojas no segundo período estudado – dezembro, 2001.

As Temperaturas de Bulbo Úmido têm relação direta com as Temperaturas de Bulbo Sêco e a Umidade Relativa do Ar obtidas, resultando em variações bastante

semelhantes a estas para as medições efetuadas nas lojas e circulações, nos dois períodos estudados. Nas circulações, por exemplo, a diferença nas Temperaturas de Bulbo Seco médias medidas foi de 2,3°C enquanto que a diferença nas Temperaturas de Bulbo Úmido médias medidas foi de 2,0°C (ver Figuras 4.11 e 4.12).

Araújo, Martins e Araújo (1998, p.45), nas conclusões finais do seu estudo, afirmam que a região da cidade de Natal apresenta “alta umidade relativa do ar, radiação solar intensa, temperaturas do ar sempre inferiores à da pele e amplitude térmica pequena, tanto diária quanto sazonal. Possui duas épocas características anuais com pequena variação entre elas”.

As medições das variáveis temperatura, velocidade e umidade do ar, realizadas nos dois períodos estudados, julho e dezembro de 2001, apresentaram, de um modo geral neste estudo, os resultados esperados.

#### 4.3. ANÁLISE DAS VARIÁVEIS PSICOFISIOLÓGICAS RELATIVAS AOS DOIS PERÍODOS ESTUDADOS

Após tabulados os dados relativos às variáveis psicofisiológicas obtidas através da aplicação dos questionários, foram determinadas as frequências relativas para as variáveis sexo, idade, roupas e peso dos usuários (ver Figuras 4.15 a 4.18).

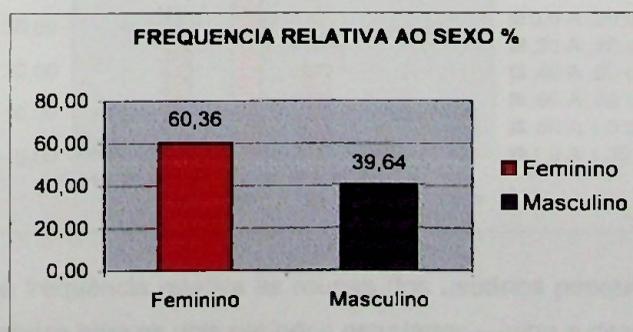


Figura 4.15 – Gráfico da frequência relativa ao sexo dos usuários pesquisados para os dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.

De acordo com a Administração do Praia Shopping, a distribuição da frequência diária de clientes é de 46,5% para o sexo masculino e 53,5% para o sexo feminino. Os percentuais obtidos nesta pesquisa não reproduziram com exatidão esta distribuição da clientela, tendo sido verificados os percentuais de 60,36% para os clientes do sexo feminino e 39,64% para os do sexo masculino (ver Figura 4.15). Isto se deve ao critério aleatório adotado na abordagem dos usuários para a aplicação dos questionários e, principalmente, em função da disponibilidade dos usuários no momento em que eram realizadas as entrevistas.

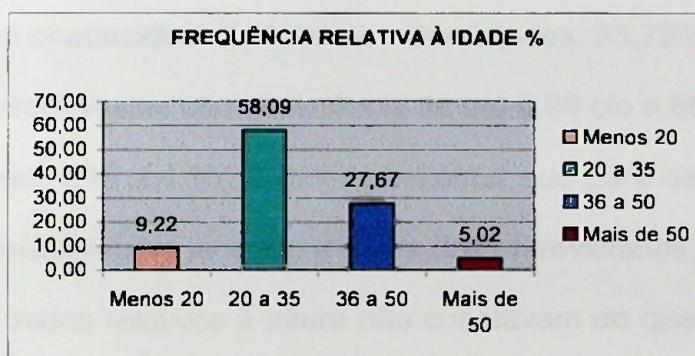


Figura 4.16 – Gráfico da frequência relativa à idade dos usuários pesquisados nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.

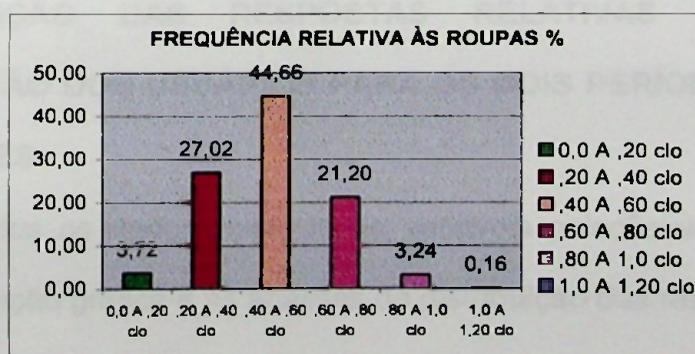


Figura 4.17 – Gráfico da frequência relativa às roupas dos usuários pesquisados e seus respectivos índices de resistência térmica para os dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.

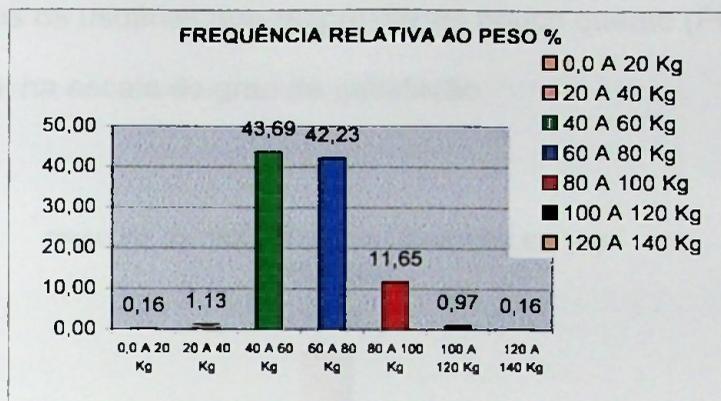


Figura 4.18 – Gráfico da frequência relativa ao peso dos usuários pesquisados para os dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.

Os dados indicaram que os critérios pré-definidos para o controle da amostragem foram obedecidos. Do total de entrevistados, 85,76% têm entre 20 e 50 anos, 99,84% usavam vestes com resistência de até 0,99 clo e 85,92% têm entre 40 e 80 kg (ver Figuras 4.16 a 4.18). Deve-se salientar que para definir características de “obesidade” considerou-se também a altura dos entrevistados, além do seu peso. Entretanto, estes dados relativos à altura não constavam do questionário, ficando a critério do entrevistador definir previamente àqueles usuários que aparentemente apresentavam peso compatível com a sua altura.

#### **4.4. DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS RELATIVAS AO GRAU DE SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS PARA OS DOIS PERÍODOS ESTUDADOS E ANÁLISES**

Apresentados os dados relativos às variáveis psicofisiológicas, procede-se agora à apresentação gráfica e às análises da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários e das sensações associadas à escala do grau de satisfação (ver Figuras 4.19 a 4.31). Considerou-se neste estudo, em analogia à escala sétima da ASHRAE, conforme Lamberts e Xavier (2002, p.15), que estavam

em conforto todos os usuários que responderam pouco quente (PQ), confortável (C) e pouco frio (PF), na escala do grau de satisfação.

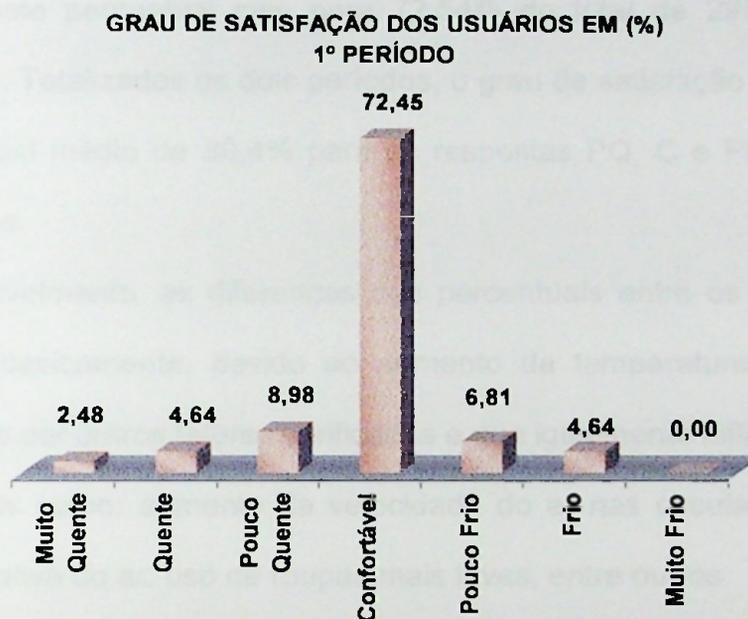


Figura 4.19 – Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários em percentuais totais nas lojas e circulações para o primeiro período estudado – julho, 2001.

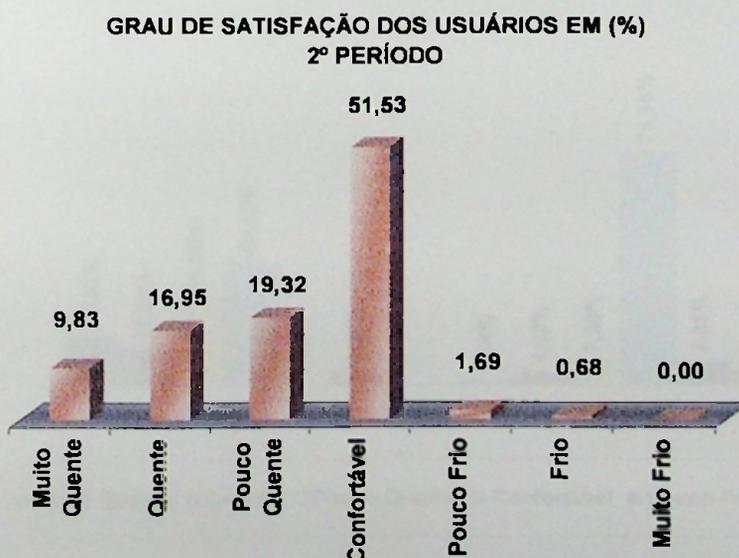


Figura 4.20 – Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários em percentuais totais nas lojas e circulações para o segundo período estudado – dezembro, 2001.

Observou-se que, no primeiro período estudado, o grau de satisfação dos usuários foi bastante significativo para as respostas PQ, C e PF, apontadas por 88,24% do total de 323 entrevistados (ver Figura 4.19). No segundo período estudado, este percentual caiu para 72,54% do total de 295 entrevistados (ver Figura 4.20). Totalizados os dois períodos, o grau de satisfação dos usuários atingiu um percentual médio de 80,4% para as respostas PQ, C e PF, num total de 618 entrevistados.

Provavelmente, as diferenças nos percentuais entre os períodos estudados ocorreram, basicamente, devido ao aumento da temperatura do ar que não foi compensado por outros fatores verificados e que igualmente influem na resposta dos usuários, tais como: aumento da velocidade do ar nas circulações, diminuição da umidade relativa do ar, uso de roupas mais leves, entre outros.

No entanto, apesar das diferenças encontradas entre os períodos estudados, o percentual médio verificado de 80,4% de usuários em conforto, nos dois períodos, é significativo.

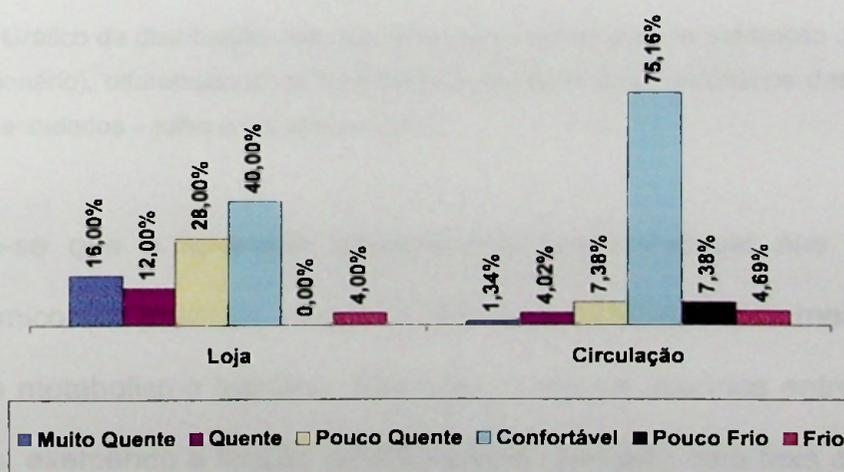


Figura 4.21 – Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários nas lojas e circulações para o primeiro período estudado – julho, 2001.

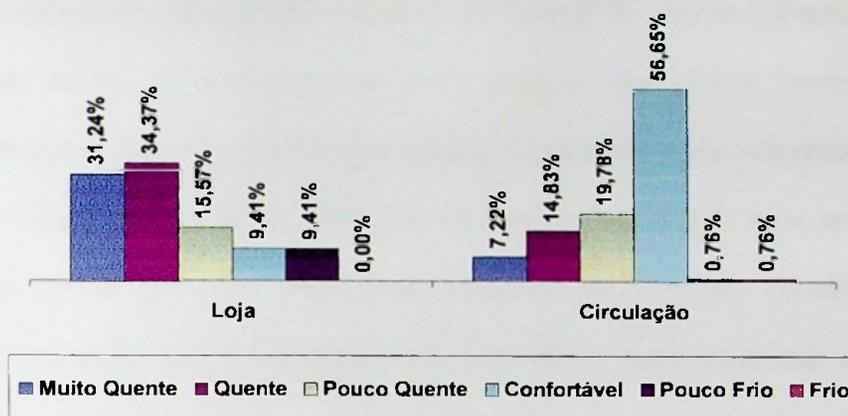


Figura 4.22 – Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários nas lojas e circulações para o segundo período estudado – dezembro, 2001.

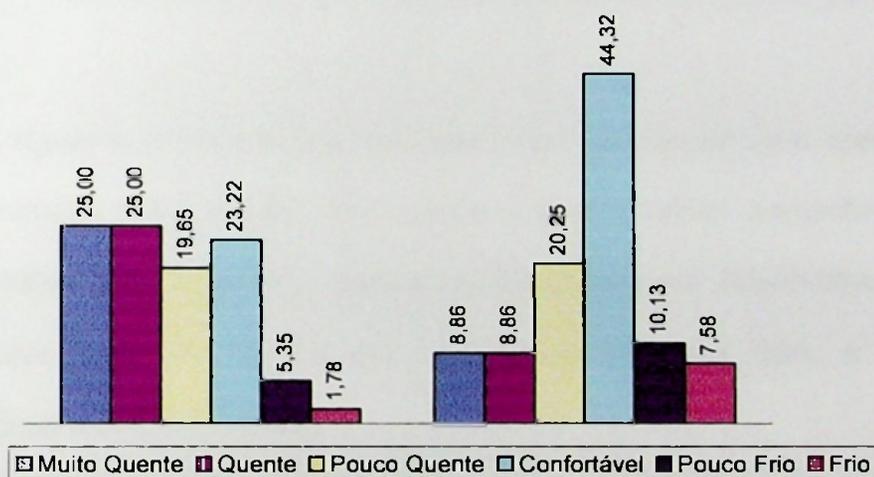


Figura 4.23 – Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários, para o tipo 1 (funcionário), diferenciando os funcionários das lojas dos funcionários das circulações, nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.

Sabe-se que a atividade desenvolvida tem influência nas sensações de conforto térmico das pessoas. Quanto maior for a atividade física maior será o calor gerado pelo metabolismo humano. Nas lojas, onde os usuários entrevistados eram funcionários, exercendo a função de balconistas, portanto com taxa de metabolismo igual a  $116 \text{ W/m}^2$ , os percentuais para as respostas PQ, C e PF, foram mais baixos que os verificados nas circulações (ver Figuras 4.21 e 4.22), onde a maioria dos

usuários entrevistados eram clientes do shopping desenvolvendo atividades que produziam taxas de metabolismo mais baixas, tais como: sentado, com taxa de metabolismo de  $58 \text{ W/m}^2$  ou de pé relaxado, com taxa de metabolismo de  $70 \text{ W/m}^2$ , segundo Coutinho (1998, p.108), ou mesmo em atividade leve em pé com taxa de metabolismo de  $93 \text{ W/m}^2$ , conforme Vergara (2001, p.96). Coutinho (1998, p.108) indica ainda taxa de metabolismo de  $116 \text{ W/m}^2$  para pessoas andando no plano horizontal a  $3,2 \text{ km/h}$ , igual à taxa para os balconistas. Entretanto, para o presente estudo, onde os clientes intercalavam caminhadas com momentos em que estavam simplesmente de pé em frente às vitrines, ou sentados em bancos, considerou-se as taxas de metabolismo para estes casos inferiores as verificadas para os funcionários das lojas.

A figura 4.23 indica que os funcionários nas circulações, exercendo a função de seguranças e balconistas de quiosques, apresentaram percentuais maiores para as respostas PQ, C e PF, quando comparados aos funcionários das lojas. Os percentuais foram de 48,22% para os funcionários das lojas, e 74,70% para os funcionários nas circulações.

As diferenças nas sensações podem ser creditadas ao constante movimento do ar nas circulações, às diferentes atividades desenvolvidas pelos funcionários e clientes, à irregularidade nos horários de funcionamento dos sistemas de ar-condicionado das lojas, principalmente no horário de verão, e também a fatores sócio-culturais e psicológicos inerentes às sensações descritas, que são àqueles relativos à satisfação no emprego, ao relacionamento com os empregadores, à remuneração profissional, dentre outros. Entretanto, a análise destes fatores foge aos objetivos e ao escopo teórico-metodológico deste trabalho.

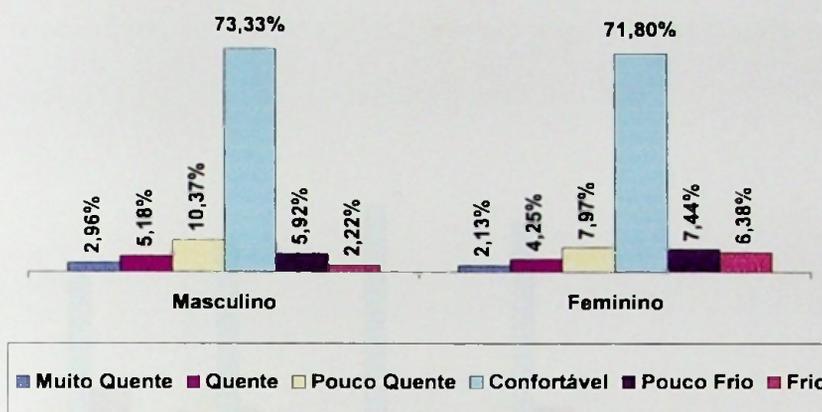


Figura 4.24 – Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários de ambos os sexos para o primeiro período estudado – julho, 2001.

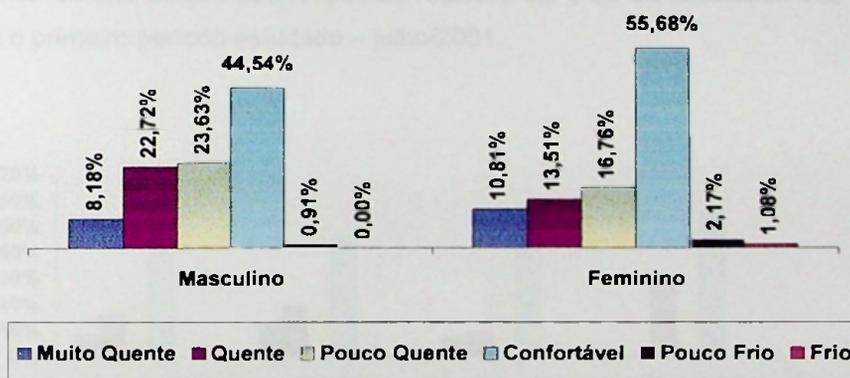


Figura 4.25 – Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários de ambos os sexos para o segundo período estudado – dezembro, 2001.

Mulheres e homens, em função das diferenças de metabolismo inerentes a cada sexo, têm preferências diferentes em relação às sensações de conforto térmico. Mulheres, de um modo geral, preferem temperaturas levemente mais altas que os homens (Koenigsberger et al, 1977, p.73).

Observando as figuras 4.24 e 4.25 essas diferenças de preferências não parecem ser estatisticamente significativas para o primeiro período estudado. Entretanto, no segundo período com temperaturas mais altas, estavam em conforto

74,61% das mulheres, valor maior que os 69,08% apresentado pelas respostas dos homens.

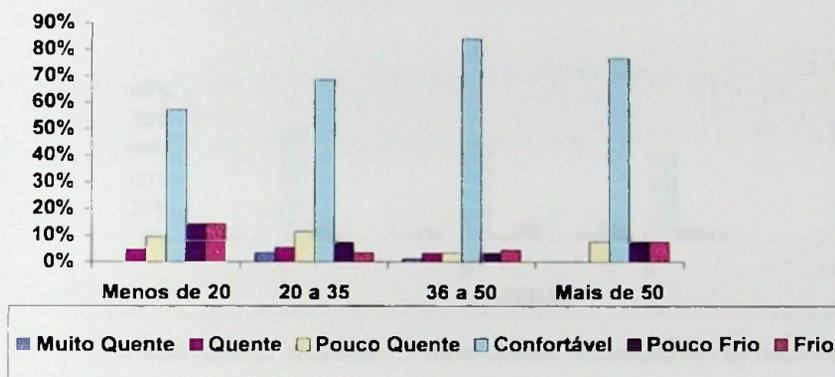


Figura 4.26 – Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por faixas etárias para o primeiro período estudado – julho/2001.

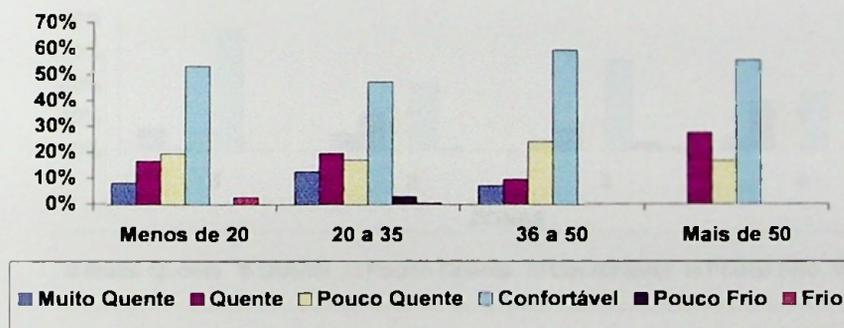


Figura 4.27 – Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por faixas etárias para o segundo período estudado – dezembro/2001.

Observou-se que nas faixas etárias mais baixas, até 35 anos, o grau de satisfação dos usuários apresentou percentuais menores que aqueles das faixas etárias mais altas nos dois períodos estudados. Esta diferença pode ter ocorrido pelo fato de que pessoas mais velhas têm metabolismo mais lento que as pessoas mais jovens, o que as leva a ter diferentes preferências quanto as sensações térmicas

(Koenigsberger et al, 1977, p.63). Provavelmente, estas preferências tiveram influência sobre a resposta dos usuários quanto ao grau de satisfação averiguados (ver Figuras 4.26 e 4.27).

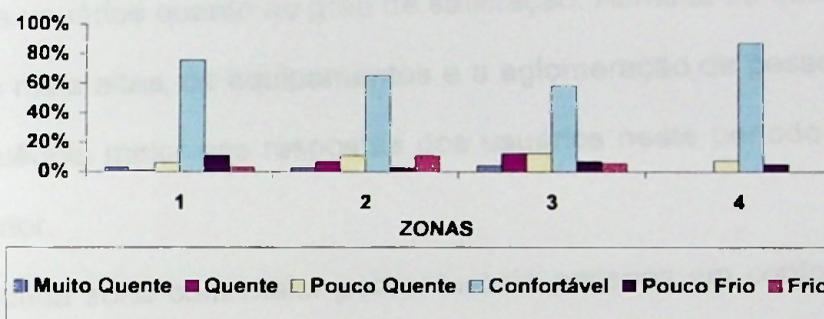


Figura 4.28 – Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por zonas de medições para o primeiro período estudado – julho/2001.

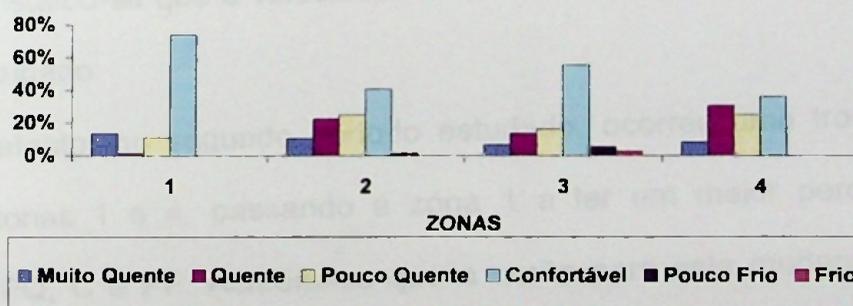


Figura 4.29 – Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por zonas de medições para o segundo período estudado – dezembro/2001.

No primeiro período estudado, o percentual mais alto de entrevistados em conforto foi verificado na zona de medições 4, onde os usuários estavam em atividades típicas de lazer, vestindo roupas leves, o que os levou ao relaxamento e à consequente diminuição do metabolismo. Nesta zona, está localizada a praça de alimentação, com seus restaurantes e bares. Entretanto, no segundo período

estudado, o percentual mais alto para usuários em conforto foi verificado na zona de medições 1.

Em relação à zona 4, observou-se que no segundo período estudado as temperaturas mais altas verificadas parecem ter tido uma influência significativa nas respostas dos usuários quanto ao grau de satisfação. Acredita-se que associadas às temperaturas mais altas, os equipamentos e a aglomeração de pessoas possam ter tido uma influência maior nas respostas dos usuários neste período em relação ao período anterior.

A segunda zona com maior percentual de pessoas em conforto, no primeiro período estudado, foi a de número 1, que localiza-se próxima a entrada voltada para a ventilação predominante – orientação sudeste – o que produz a dissipação do calor, renovação do ar e facilita as trocas térmicas entre o corpo e o ambiente. Na zona 1, constatou-se que a velocidade média do ar foi de 0,88 m/s, para o primeiro período estudado.

Entretanto, no segundo período estudado, ocorreu uma troca de posições entre as zonas 1 e 4, passando a zona 1 a ter um maior percentual para as respostas PQ, C e PF. Acredita-se que a razão para esta mudança tenha sido o aumento na velocidade do ar ocorrido na zona 1, cuja média registrada foi de 1,55 m/s.

As demais zonas, 2 e 3 possuem, em média, os percentuais mais baixos para usuários em conforto. A zona 2 está próxima à entrada noroeste, oposta à ventilação predominante, em oposição ao que se verifica na zona 1. A zona 3, que está na porção central do shopping, recebe pouca ventilação e sofre a convergência do maior fluxo de usuários. As velocidades médias do ar verificadas no primeiro período estudado para as zonas 2 e 3 foram, respectivamente, 0,12 m/s e 0,32 m/s, e de

0,16m/s para ambas as zonas no segundo período estudado (ver Figuras 4.28 e 4.29).

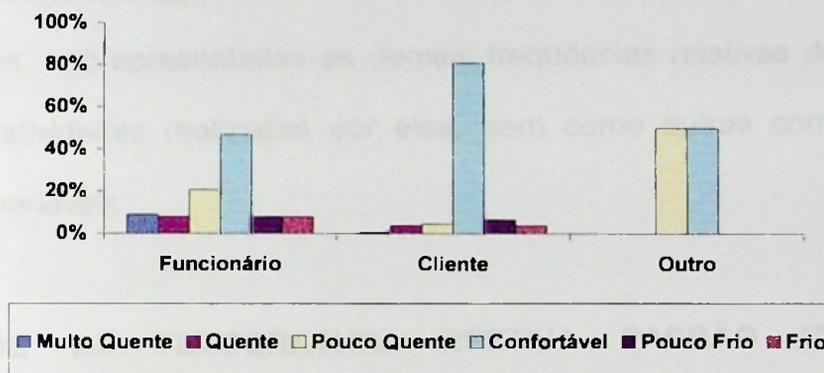


Figura 4.30 – Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários – funcionários e clientes – para o primeiro período estudado – julho/2001.

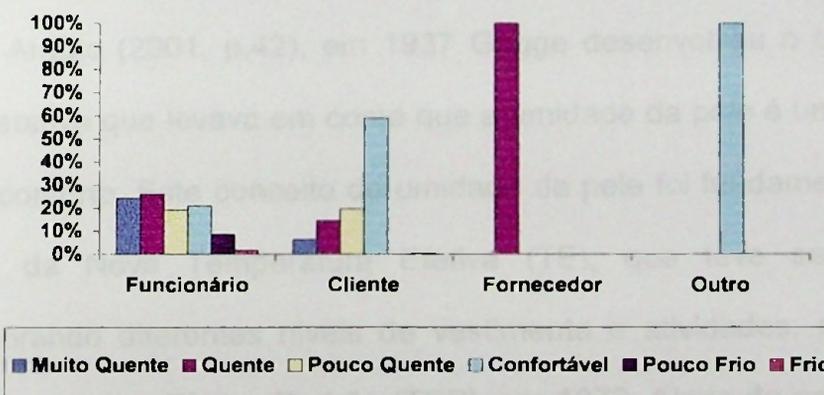


Figura 4.31 – Gráfico da distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários – funcionários e clientes – para o segundo período estudado – dezembro/2001.

Dados anteriormente apresentados indicam que os usuários entrevistados nas lojas – funcionários – apresentaram percentuais para as respostas PQ, C e PF mais baixos do que os verificados nas entrevistas realizadas com os usuários nas circulações – funcionários e, em sua maioria, clientes. As figuras 4.30 e 4.31

corroboram aqueles dados, reforçando-os, já que faz claramente a distinção entre as respostas dos funcionários e as respostas dos clientes. As atividades realizadas pelos usuários tiveram, de forma clara, influência nas respostas destes quanto às sensações de conforto térmico.

Nos anexos, são apresentadas as demais frequências relativas do tipo dos usuários e das atividades realizadas por eles, bem como outras correlações e cruzamentos de variáveis.

#### **4.5. CÁLCULOS DA TEMPERATURA EFETIVA PADRÃO (TEP), DA PERCENTAGEM DE PESSOAS INSATISFEITAS (PPD) E ANÁLISE COMPARATIVA COM AS SENSações INDICADAS PELOS USUÁRIOS**

##### **TEP e PPD**

Conforme Araújo (2001, p.42), em 1937 Gagge desenvolveu o conceito de Temperatura Operativa que levava em conta que a umidade da pele é um excelente indicador de desconforto. Este conceito de umidade da pele foi fundamental para o desenvolvimento da Nova Temperatura Efetiva (TE), que teve seu conceito ampliado, incorporando diferentes níveis de vestimenta e atividades, passando a denominar-se Temperatura Efetiva Padrão (TEP), em 1972. Ainda de acordo com a autora, embora tenha sido desenvolvida inicialmente para prever o grau de desconforto durante a sudação, a TEP pode ser aplicada para qualquer tipo de vestimenta, atividade e variáveis ambientais.

As condições típicas de determinados ambientes determinam os parâmetros para definição das zonas de conforto para os mais diferentes índices. Quanto mais distante das zonas de conforto estiverem os parâmetros verificados, mais usuários

estarão em desconforto, ou por outra, mais pessoas estarão insatisfeitas com as condições térmicas do local.

De acordo com Lamberts e Xavier (2002, p.18) o Índice da PPD se baseia na percentagem de um grupo de pessoas que gostariam que o ambiente estivesse mais quente ou mais frio. Este percentual é verificado através da opção, ou voto, na escala sétima de sensações entre os valores de +3 e +2 ou -3 e -2.

### **Cálculo da TEP e da PPD**

Com base nos dados coletados, foram calculados a TEP e a PPD para análise das condições de conforto térmico dos ambientes estudados. Foram adotados os seguintes procedimentos:

- Foram considerados apenas os resultados do grau de satisfação obtidos junto aos clientes, nas circulações, já que estes representam a grande maioria dos entrevistados nestes locais. Desta forma, foi possível considerar um único valor de taxa metabólica para todos os usuários, que estão em atividade leve em pé, correspondente a  $93 \text{ W/m}^2$ ;
- Foram considerados apenas os resultados do grau de satisfação obtidos junto aos funcionários nas lojas, já que apenas estes foram entrevistados. A taxa metabólica para os funcionários é de  $116 \text{ W/m}^2$ ;
- O programa computacional Analysis 1.5, que está de acordo com normatização da ASHRAE, foi utilizado para calcular as TEP e os índices da PPD, para os dois períodos estudados nas lojas e circulações, e para o cálculo das médias do índice da TEP e da PPD, para os dois períodos;
- Foram tomadas as médias das variáveis ambientais obtidas para cada horário de medição nos dois períodos estudados;

- Para efeito de cálculo, considerou-se a Temperatura Radiante Média igual à Temperatura de Bulbo Seco.

As tabelas 4.2 e 4.3 apresentam os valores calculados das TEP e os índices da PPD, com uso do programa computacional Analysis 1.5, e os percentuais das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários pesquisados nos dois períodos estudados, nas lojas e circulações. São indicadas as taxas metabólicas ( $W/m^2$ ), as resistências das vestes (clo) e os resultados das médias das variáveis ambientais medidas.

Tabela 4.2 – Cálculos da TEP (SET) e da PPD para as circulações

Período	Horário	MET. clientes ( $W/m^2$ )	TBS ( $^{\circ}C$ )	UR (%)	V (m/s)	TBU ( $^{\circ}C$ )	clo	TEP (SET)	PPD (%)	Grau de Satisfação (%) (circulações)
1º Período Julho 2001	12	93	27,3	72,1	0,4	23,3	0,48	27,2	12,7	Muito quente-1,31 Quente-3,94
	13		26,8	73,4	0,2	23,1	0,51	27,1	12,2	Pouco quente-7,31
	20		26,2	74,5	0,7	22,7	0,52	24,9	5,1	Confortável-75,22 Pouco frio-7,52
	21		26,2	70,9	0,4	22,1	0,52	26,1	6,5	Frio-4,70 Muito frio-0
Médias – 1º período			26,6	72,7	0,43	22,8	0,51	26,5	8,0	
2º Período Dez. 2001	13	93	29,7	70,3	0,8	25,2	0,46	28,4	23,3	Muito quente-7,03 Quente-14,7
	14		29,7	70,9	0,9	25,4	0,40	27,7	17,1	Pouco quente-19,2
	21		27,9	71,8	0,4	23,9	0,47	27,9	18,1	Confortável-57,54 Pouco frio-0,76
	22		28,5	74,6	0,7	24,8	0,46	27,3	13,7	Frio-0,77 Muito frio-0
Médias – 2º período			28,9	71,9	0,7	24,8	0,44	27,7	16,3	
Médias – 1º e 2º períodos			27,7	72,3	0,56	23,8	0,47	26,8	10,1	

Tabela 4.3 – Cálculos da TEP (SET) e da PPD para as lojas

Período	Horário	MET. funcion. (W/m <sup>2</sup> )	TBS (°C)	UR (%)	V (m/s)	TBU (°C)	clo	TEP (SET)	PPD (%)	Grau de Satisfação (%) (lojas)
1º Período Julho 2001	12	116	27,4	71,8	0	23,4	0,49	27,6	16,1	Muito quente-15,63 Quente-10,41
	13		27,1	70,7	0	22,9	0,44	26,8	9,9	Pouco quent.-28,95
	20		26,2	69,0	0	21,9	0,51	26,3	7,0	Confortável-40,84 Pouco frio-0
	21		26,5	70,7	0	22,4	0,46	26,2	6,9	Frio-4,17 Muito frio-0
Médias – 1º período			26,8	70,5	0	22,6	0,47	26,7	9,2	
2º Período Dez. 2001	13	116	29,7	69,5	0	25,4	0,52	30,5	49,1	Muito quente-31,25 Quente-34,38
	14		29,7	68,8	0	25,1	0,52	30,4	47,6	Pouco quent.-15,63
	21		28,4	70,4	0	24,1	0,52	28,9	29,2	Confortável-9,37 Pouco frio-9,37
	22		28,8	75,2	0	25,1	0,49	29,5	35,9	Frio-0 Muito frio-0
Médias – 2º período			29,1	70,9	0	24,9	0,51	29,8	39,7	
Médias – 1º e 2º períodos			27,9	70,7	0	23,7	0,49	27,9	18,4	

### Considerações sobre os resultados obtidos e análise comparativa entre a PPD calculada e o grau de satisfação dos usuários nas circulações

Os valores calculados para as TEP estão sempre abaixo das Temperaturas de Bulbo Seco medidas nos dois períodos estudados, à exceção da TBS registrada em julho, no horário das 13 horas, quando esta é superada em apenas 0,3°C, como observado na tabela 4.2.

Os cálculos realizados apresentaram índices de 8,0% e 16,3% para a PPD nas circulações, no primeiro e no segundo períodos estudados, respectivamente. Na

média para os dois períodos, o índice da PPD foi igual a 10,1%. Conforme Barbosa (1997, p.39-40), a ASHRAE, através da Norma 55-92, definiu que a PPD deve ser igual ou menor que 10%, de acordo com parâmetros de temperatura, velocidade do ar, metabolismo e resistência das vestimentas para condições de verão e inverno.

Portanto, de acordo com a norma, para o primeiro período estudado os usuários encontravam-se em conforto. Já no segundo período isto não ocorreu. Entretanto, considerada a média de 10,1% para a PPD, para os dois períodos estudados, verificou-se que os usuários estavam em situação de conforto nas circulações.

De outra forma, se por analogia forem considerados os valores de +3, +2, -3 e -2, na escala sétima da ASHRAE, correspondentes às respostas dos usuários quanto ao grau de satisfação na escala de muito quente a muito frio, tomados os valores de +3 para muito quente, +2 para quente, -3 para muito frio e -2 para frio, poderemos estabelecer uma comparação entre os índices da PPD e os obtidos através das respostas dos usuários, ou seja: se para o primeiro período estudado o índice da PPD foi igual a 8,0%, seu correspondente na escala do grau de satisfação é igual a 9,95%, somados os percentuais para as respostas muito quente, quente, muito frio e frio. Já para o segundo período estudado, para o índice do PPD igual a 16,3%, temos um percentual correspondente na escala do grau de satisfação igual a 22,5%. Nos dois períodos pesquisados, o índice do PPD foi igual a 10,1% e o percentual relativo ao grau de satisfação foi de 16,22%. Para a análise comparativa entre a PPD e os percentuais relativos à resposta dos usuários, quanto à escala do grau de satisfação adotada na presente pesquisa, considerou-se em conforto todos os usuários que responderam pouco quente, confortável e pouco frio. E em desconforto os que responderam muito quente, quente, frio e muito frio.

### **Considerações sobre os resultados obtidos e análise comparativa entre a PPD calculada e o grau de satisfação dos usuários nas lojas**

Os valores calculados para as TEP, principalmente no segundo período estudado, estão um pouco acima das Temperaturas de Bulbo Seco medidas, nos dois períodos estudados, indicando provável situação de desconforto para os funcionários, como observado na tabela 4.3.

Os cálculos realizados apresentaram índices de 9,2% e 39,7% para a PPD no primeiro e no segundo períodos estudados, respectivamente. Em média, para os dois períodos pesquisados, o percentual de pessoas insatisfeitas foi igual a 18,4%. Conforme a normatização da ASHRAE, vista anteriormente, pode-se concluir que os funcionários nas lojas estão em conforto, no primeiro período estudado, e em desconforto, no segundo período. A mesma situação, portanto, verificada nas circulações. Entretanto, considerada a média de 18,4% para a PPD nos dois períodos estudados, verificou-se que os usuários nas lojas estavam em situação de desconforto.

Feita a analogia entre a escala sétima da ASHRAE e as respostas dos usuários quanto ao grau de satisfação, percebe-se que para uma PPD igual a 9,2% no primeiro período estudado, temos um percentual de 30,21% de pessoas respondendo muito quente, quente, muito frio e frio. No segundo período, estes índices são, respectivamente de 39,7% e 65,63%. Em média, o percentual relativo ao grau de satisfação foi de 47,9% de pessoas em desconforto.

Estas significativas discrepâncias ocorrem em função de imprecisão nas estimativas de metabolismo, resistência das vestes e influências de ordem psicológica e sócio-cultural nas respostas dos usuários quanto às sensações térmicas em relação ao ambiente. Deve-se também considerar que nas lojas a

velocidade do ar foi considerada igual a zero, em todas as zonas, nos dois períodos de medições.

### **Conclusões gerais sobre os resultados obtidos**

Considerados a Percentagem de Pessoas Insatisfeitas e a analogia entre a escala sétima da ASHRAE e a escala do grau de satisfação dos usuários quanto às **sensações térmicas relativas ao ambiente, concluiu-se que:**

- As diferenças entre os índices obtidos e os percentuais calculados para a PPD e o grau de satisfação dos usuários, ocorreram, provavelmente, devido a erros de estimação no metabolismo, já que o modelo adotado generaliza a taxa metabólica para todos os indivíduos, para determinada atividade. O cálculo da resistência das vestes pode também ter levado às diferenças nos cálculos. Acredita-se que ocorreram ainda influências psicológicas e sócio-culturais nas respostas dos usuários quanto às sensações térmicas em relação ao ambiente;
- Os cálculos das Temperaturas Efetivas Padrão, quando comparadas aos índices da Percentagem de Pessoas Insatisfeitas e aos percentuais relativos ao grau de satisfação dos usuários, apresentam coerência apenas no primeiro período de medições, nas circulações, quando todos os resultados obtidos apontam para uma situação de conforto dos usuários;
- Nas circulações, os clientes encontravam-se em conforto no primeiro período estudado, e em desconforto no segundo período, já que os índices da PPD médios foram calculados em 8,0% e 16,3%, respectivamente. Calculada a média para os dois períodos, verificou-se que os usuários encontravam-se em conforto, com índice da PPD igual a 10,1%;

- Nas lojas, devido às significativas diferenças entre os índices calculados para os dois períodos estudados, não foi possível formular considerações conclusivas, quanto ao conforto dos funcionários, através das análises comparativas entre a PPD e as respostas relativas ao grau de satisfação. No entanto, tomados isoladamente os índices da PPD e os percentuais para o grau de satisfação dos usuários, seguramente, estes usuários encontravam-se em desconforto no segundo período estudado.

#### 4.6. CRUZAMENTOS ENTRE AS SENSACIONES ASSOCIADAS E O GRAU DE SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS

Os cruzamentos entre o grau de satisfação dos usuários e as sensações associadas a este, corroboram os percentuais de 88,24% e 72,54% obtidos para as respostas pouco quente, confortável e pouco frio, nos dois períodos estudados. Estes cruzamentos são apresentadas abaixo nas tabelas 4.4 e 4.5. Pretende-se, desta forma, respaldar as respostas obtidas para a escala do grau de satisfação.

Tabela 4.4 – Cruzamento das sensações associadas com o grau de satisfação dos usuários para a resposta confortável, para o primeiro período estudado

GRAU DE SATISFAÇÃO	SENSACIONES ASSOCIADAS (somente para a resposta confortável)	
<b>Pouco Quente, Confortável e Pouco Frio</b> (88,24% das respostas)	MUITA TRANSPIRAÇÃO – 2,17%	<u>NENHUMA TRANSPIRAÇÃO – 64,09%</u>
	POUCA TRANSPIRAÇÃO – 18,88%	NÃO SABE – 3,10%
	IMPACIÊNCIA – 7,12%	NÃO SABE – 4,65%
	<u>TRANQUILIDADE – 76,47%</u>	
	VONTADE DE IR – 18,27%	NÃO SABE – 5,57%
	<u>VONTADE DE PERMANECER – 64,40%</u>	

Tabela 4.5 – Cruzamento das sensações associadas com o grau de satisfação dos usuários para a resposta confortável, para o segundo período estudado

GRAU DE SATISFAÇÃO	SENSAÇÕES ASSOCIADAS (somente para a resposta <u>confortável</u> )	
<b>Pouco Quente, Confortável e Pouco Frio</b>  (72,54% das respostas)	MUITA TRANSPIRAÇÃO – 3,06% POUCA TRANSPIRAÇÃO – 22,72%	NENHUMA TRANSPIRAÇÃO – 46,44% NÃO SABE – 0,34%
	IMPACIÊNCIA – 4,75% TRANQUILIDADE – 67,46%	NÃO SABE – 0,34%
	VONTADE DE IR – 13,56% VONTADE DE PERMANECER – 58,65%	NÃO SABE – 0,34%

Para o grau de satisfação, observou-se, no primeiro período estudado, significativos percentuais para as respostas relativas às sensações associadas. Por exemplo, para os 88,24% de pessoas em conforto, 64,09% responderam que não estavam transpirando. Já no segundo período, para um percentual de 72,54% de usuários em conforto, menor que o verificado no primeiro período, o percentual de respostas tranquilidade foi de 46,44%. Portanto, se nos dois períodos estudados os percentuais foram significativamente diferentes para o grau de satisfação dos usuários pesquisados, concluiu-se que houve coerência nos resultados obtidos com a aplicação dos questionários, já que esta diferença também ocorreu para as respostas associadas, sempre com redução dos percentuais do primeiro para o segundo período estudados.

#### 4.7. PARÂMETROS DE CONFORTO TÉRMICO RELATIVOS AOS DOIS PERÍODOS ESTUDADOS E ANÁLISES

Após concluída a apresentação e a análise estatística dos dados levantados, foram definidos os parâmetros de conforto térmico a partir das médias das variáveis

ambientais verificadas, para cada horário de medições – 12, 13, 20 e 21 horas para julho de 2001 e 13, 14, 21 e 22 horas para dezembro de 2001 – nas circulações e nas lojas, nos dois dias de medições, para os dois períodos estudados, cruzadas com o grau de satisfação indicado pelos usuários, apresentados nas tabelas 4.6 e 4.7.

Tabela 4.6 – Médias das variáveis ambientais verificadas nas circulações para os dois horários de medições, cruzadas com o grau de satisfação dos usuários, para os dois períodos estudados – julho e dezembro/2001

Hs.	TBS	UR	V	TBU	Grau de Satisfação	Qtd.	%
12	28,5	71,2	0,6	24,3	Muito quente	7	4,57
					Quente	17	11,11
					Pouco quente	25	16,34
					Confortável	98	64,05
					Pouco Frio	2	1,31
					Frio	4	2,62
13	28,3	72,1	0,5	24,2	Muito quente	7	4,96
					Quente	11	7,80
					Pouco quente	22	15,60
					Confortável	89	63,12
					Pouco Frio	6	4,26
					Frio	6	4,26
20	27,1	73,2	0,5	23,3	Muito quente	5	3,82
					Quente	16	12,21
					Pouco quente	10	7,63
					Confortável	90	68,70
					Pouco Frio	10	7,63
					Frio	0	0,00
21	27,3	72,7	0,5	23,4	Muito quente	4	2,94
					Quente	7	5,15
					Pouco quente	17	12,5
					Confortável	96	70,58
					Pouco Frio	6	4,41
					Frio	6	4,41
<b>TOTAL</b>						<b>561</b>	

O cruzamento das médias das variáveis ambientais com o grau de satisfação para as respostas pouco quente, confortável e pouco frio, determinaram as condições de conforto dos usuários e, portanto, indicaram os parâmetros de conforto térmico para as circulações.

### **Parâmetros de conforto térmico para as circulações**

A tabela 4.6 indica que, para as medições realizadas nas circulações, as médias das variáveis ambientais verificadas para os dois horários, nos dois períodos estudados, têm os seguintes valores máximos e mínimos: Temperatura de Bulbo Sêco (TBS) – 27,1 e 28,5 °C; Umidade Relativa (UR) – 71,2 e 73,2%; Velocidade do Ar (V) – 0,5 e 0,6 m/s; e Temperatura de Bulbo Úmido – 23,3 e 24,3 °C.

Verifica-se ainda na tabela 4.6, que para os valores das variáveis ambientais medidas nos dois horários e nos dois períodos estudados, os percentuais da variável grau de satisfação para a resposta confortável indicam os seguintes valores: 12/13 horas – 81,70% em conforto; 13/14 horas – 82,98% em conforto; 20/21 horas – 83,96% em conforto; e 21/22 horas – 87,49% em conforto.

Koenigsberger et al (1977, p.74) adaptaram a zona de conforto térmico delimitada sobre o Nomograma de Temperatura Efetiva para pessoas normalmente vestidas, em trabalho leve e habitando regiões de climas quentes, e consideraram válidos os limites de 22°C a 27°C para a Temperatura Efetiva.

Os valores da TBS, da TBU e das velocidades do ar, apontaram os parâmetros de conforto térmico para o local estudado e permitiram definir uma zona de conforto térmico sobre o Nomograma da Temperatura Efetiva (ver Figura 4.32). A zona de conforto definida para o local estudado, delimitada pelas temperaturas

efetivas obtidas sobre o Nomograma de Temperatura Efetiva, está contida na zona de conforto proposta por Koenigsberger et al (1977, p.74).

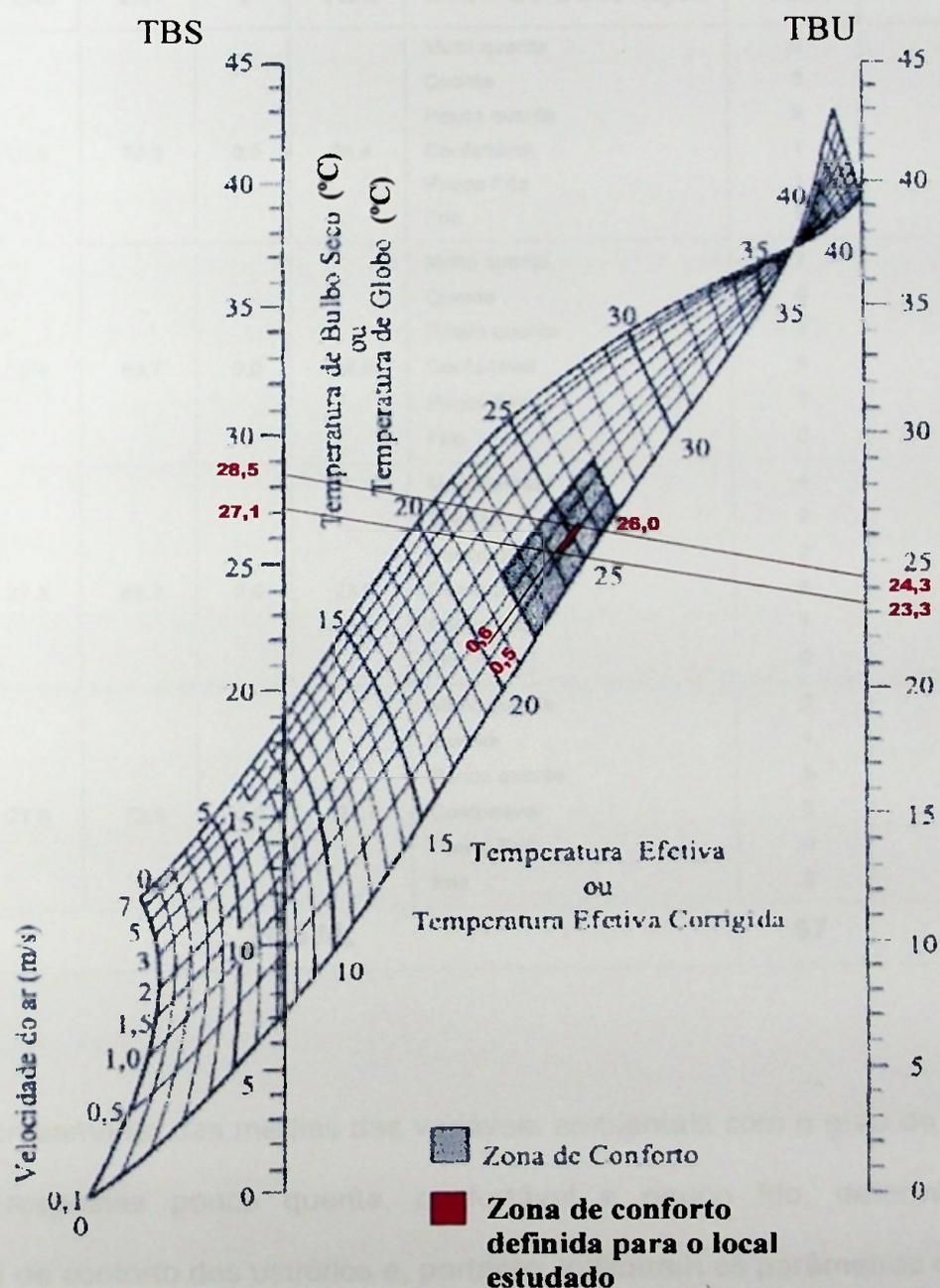


Figura 4.32 – Zona de conforto proposta por Koenigsberger et al (1977, p.74), e a definida para o local estudado – circulações – delimitadas sobre o Nomograma da Temperatura Efetiva, para os dois períodos estudados – julho e dezembro/2001.

Fonte: Koenigsberger et al (1977, p.70) e dados coletados.

Tabela 4.7 – Médias das variáveis ambientais verificadas nas lojas para os dois horários de medições, cruzadas com o grau de satisfação dos usuários, para os dois períodos estudados – julho e dezembro/2001

Hs.	TBS	UR	V	TBU	Grau de Satisfação	Qtd.	%
12 13	28,6	70,6	0,0	24,4	Muito quente	6	42,86
					Quente	3	21,43
					Pouco quente	2	14,29
					Confortável	1	7,14
					Pouco Frio	1	7,14
					Frio	1	7,14
13 14	28,4	69,7	0,0	24,0	Muito quente	2	12,50
					Quente	5	31,25
					Pouco quente	3	18,75
					Confortável	5	31,25
					Pouco Frio	1	6,25
					Frio	0	0,00
20 21	27,3	69,7	0,0	23,0	Muito quente	4	30,78
					Quente	2	15,38
					Pouco quente	2	15,38
					Confortável	4	30,77
					Pouco Frio	1	7,69
					Frio	0	0,00
21 22	27,6	72,9	0,0	23,7	Muito quente	2	14,29
					Quente	4	28,57
					Pouco quente	5	35,71
					Confortável	3	21,43
					Pouco Frio	0	0,00
					Frio	0	0,00
<b>TOTAL</b>						<b>57</b>	

Reg. 183.555103

O cruzamento das médias das variáveis ambientais com o grau de satisfação para as respostas pouco quente, confortável e pouco frio, determinaram as condições de conforto dos usuários e, portanto, indicaram os parâmetros de conforto térmico para as lojas.

### Parâmetros de conforto térmico para as lojas

A tabela 4.7 indica que, para as medições realizadas nas lojas, as médias das variáveis ambientais verificadas para os dois horários, nos dois períodos estudados, têm os seguintes valores máximos e mínimos: Temperatura de Bulbo Sêco (TBS) – 27,3 e 28,6 °C; Umidade Relativa (UR) – 69,7 e 72,9%; Velocidade do Ar (V) – 0,0 m/s; e Temperatura de Bulbo Úmido – 23,0 e 24,4 °C.

Verifica-se ainda na tabela 4.7 que para os valores das variáveis ambientais medidas nos dois horários, os percentuais da variável grau de satisfação para a resposta confortável indicam os seguintes valores: 12/13 horas – 28,57% em conforto; 13/14 horas – 56,25% em conforto; 20/21 horas – 53,84% em conforto; e 21/22 horas – 57,14% em conforto.

Os valores da TBS, da TBU e das velocidades do ar, apontaram os parâmetros de conforto térmico para o local estudado e permitiram definir uma zona de conforto térmico sobre o Nomograma da Temperatura Efetiva (ver Figura 4.33), adaptado por Koenigsberger et al (1977, p.74). Entretanto, afirmam os autores que a zona de conforto está limitada em função da velocidade do ar, que se está abaixo de 0,15 m/s causa sensações de desconforto, como o sufocamento.

Nesta pesquisa, a velocidade do ar nas lojas foi considerada igual a zero, para todas as medições.

A zona de conforto definida para o local estudado, delimitada pelas temperaturas efetivas obtidas sobre o Nomograma de Temperatura Efetiva e reduzida a uma linha, está contida na zona de conforto proposta por Koenigsberger et al (1977, p.74), considerados os parâmetros de conforto térmico determinados pelas variáveis ambientais medidas.

4.2. ANÁLISE DA EDIFICAÇÃO

Procede-se agora à análise da zona de conforto estudada para os dois períodos de recomendações propostas para o período de estudo em função da temperatura de bulbo seco quanto à insolação, por meio do nomograma da temperatura efetiva.

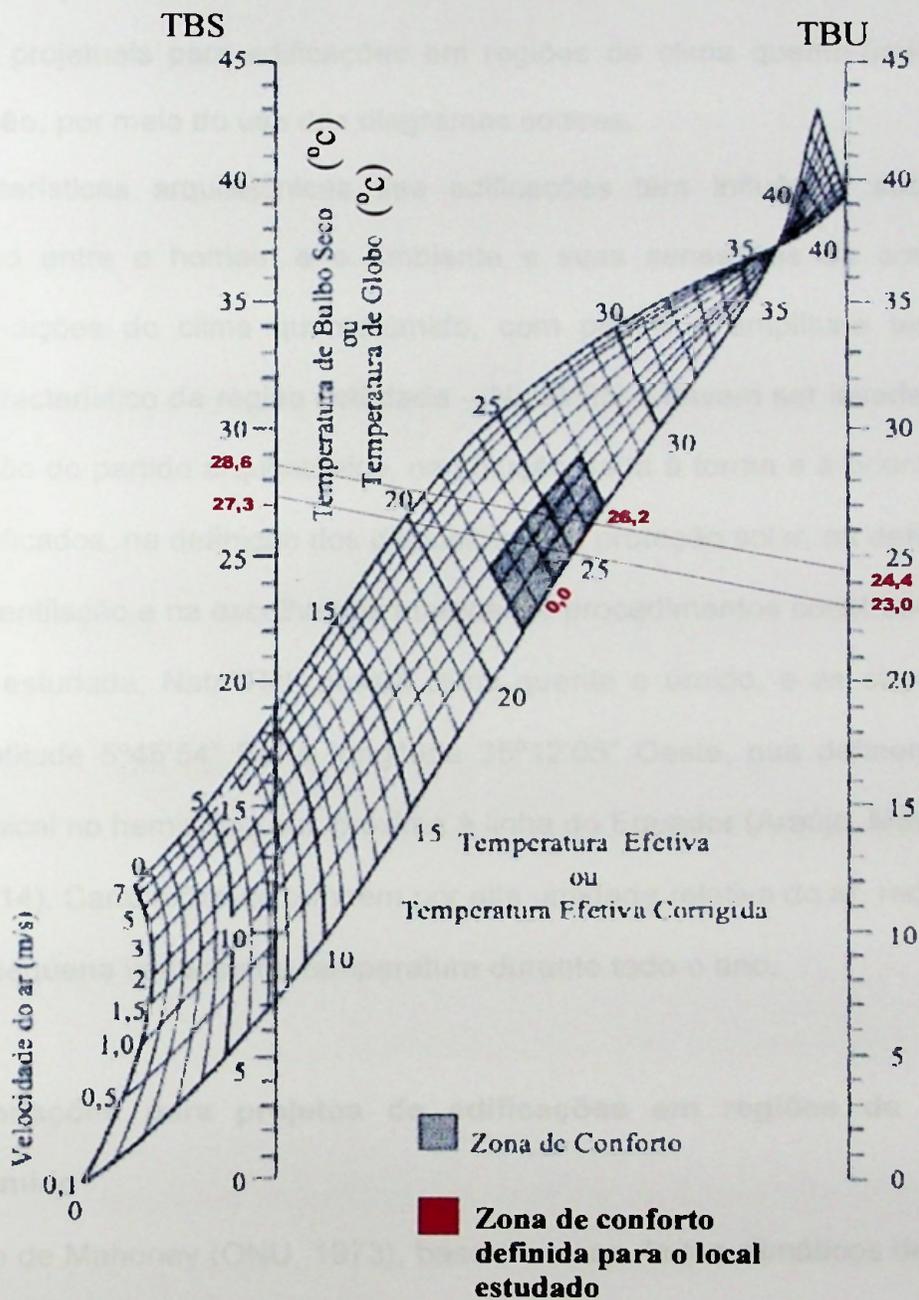


Figura 4.33 – Zona de conforto proposta por Koenigsberger et al (1977, p.74), e a definida para o local estudado – lojas – delimitadas sobre o Nomograma da Temperatura Efetiva, para os dois períodos estudados – julho e dezembro/2001.

Fonte: Koenigsberger et al (1977, p.70) e dados coletados.

#### 4.8. ANÁLISE DA EDIFICAÇÃO

Procede-se agora à análise da edificação estudada quanto ao atendimento às recomendações projetuais para edificações em regiões de clima quente-úmido, e quanto à insolação, por meio do uso dos diagramas solares.

As características arquitetônicas das edificações têm influência sobre o equilíbrio térmico entre o homem e o ambiente e suas sensações de conforto térmico. As condições do clima quente-úmido, com pequena amplitude térmica média diária, característico da região estudada – Natal/RN – devem ser levadas em conta na definição do partido arquitetônico, na solução dada à forma e à orientação dos volumes edificados, na definição dos dispositivos de proteção solar, na definição do controle da ventilação e na escolha dos materiais e procedimentos construtivos.

A região estudada, Natal/RN, possui clima quente e úmido, e as seguintes coordenadas: latitude 5°45'54" Sul e longitude 35°12'05" Oeste, que definem sua posição intertropical no hemisfério sul, próxima à linha do Equador (Araújo, Martins e Araújo, 1998, p.14). Caracteriza-se também por alta umidade relativa do ar, radiação solar intensa e pequena variação de temperatura durante todo o ano.

##### **Recomendações para projetos de edificações em regiões de clima quente-úmido**

O método de Mahoney (ONU, 1973), baseia-se nos dados climáticos de cada região estudada e tem como objetivo especificar que tipo de implantação, orientação, forma e estrutura deve ter a edificação para adequar-se ao clima da região onde está inserida. O método admite alguns pressupostos como, por exemplo, as diferenças entre clima local e clima regional, o embasamento do projeto em condições climáticas típicas e não extremas e a definição de zonas de "bem-

estar". Esses pressupostos, bem como as informações quanto às variáveis ambientais de cada sítio, podem gerar conjecturas na fase projetual nem sempre bem sucedidas quando da execução das edificações. O método de Mahoney busca efetivamente eliminar os riscos destas conjecturas errôneas, através da objetividade do preenchimento "passo-a-passo" de quadros e da consequente análise das informações, resultando em recomendações que orientam, em linhas gerais, o ante-projeto de edificações (ONU, 1973, p.24-26).

Para o caso de climas como o de Natal, são as seguintes as recomendações para ante-projetos arquitetônicos:

- Os edifícios devem ser orientados para norte-sul, com seu eixo maior no sentido leste-oeste;
- Devem existir espaços abertos para a penetração dos ventos;
- Deve haver sempre movimento de ar e ventilação cruzada no interior dos edifícios. As aberturas para penetração dos ventos devem ter de 40 a 80% da área das fachadas onde estão localizadas e devem ser voltadas para a ventilação predominante;
- As paredes e os pisos devem ser executados com material leve e baixa inércia térmica;
- As coberturas devem ser construídas em material leve, porém isolante, com superfície refletora e devem ser permeáveis à ventilação;
- É necessária proteção contra as chuvas fortes e contra a radiação solar direta.

### **Análise do edifício**

Como visto anteriormente, constatou-se que na literatura existem uma série de recomendações para projetos arquitetônicos em regiões de clima quente-úmido, e que, na maior parte, estas recomendações são baseadas no trabalho precursor de Mahoney. Desta forma, a análise aqui desenvolvida tem com referência básica as recomendações prescritas por Mahoney, acrescidas do ponto de vista de Rivero (1986), Frota e Schiffer (2000) e Teixeira (1993).

A edificação estudada tem uma forma compacta, tendo suas fachadas laterais orientação NO/SE (ver Figura 4.34), evitando desta forma excessiva exposição ao sol. Possui aberturas nas extremidades de cada circulação, nas três fachadas de lojas (SE, NE e NO), permitindo a penetração dos ventos principalmente pela abertura da fachada SE, a barlavento (ver Figuras 4.36 e 4.37). De acordo com Rivero (1986, p.12), o volume de uma edificação é constituído por diversos planos que simultaneamente intervêm no seu comportamento térmico. O autor considera a orientação das fachadas como um fator determinante do microclima de um espaço interior, além do posicionamento e tamanho das suas aberturas. Desta forma, verificou-se que a implantação da edificação estudada permite que uma de suas quatro fachadas tenha orientação perpendicular à ação da ventilação dominante com duas grandes aberturas de acesso para usuários, o que permite ventilação cruzada no interior da edificação e provoca um constante fluxo de ar nas circulações do shopping. De acordo com Frota e Schiffer (2000, p.124-125), este efeito é denominado "ação dos ventos", e ocorre neste caso sem a interferência de obstáculos, tais como vegetação ou edificações próximas. Observa-se também o "efeito chaminé" (Frota e Schiffer, 2000, p.124-125) devido à existência de aberturas na cobertura ao longo de parte das circulações do shopping (ver Figuras 4.35 e

4.38). As aberturas de acesso, bem como todas as superfícies das quatro fachadas, são protegidas por beirais que sombreiam as áreas externas de circulação.

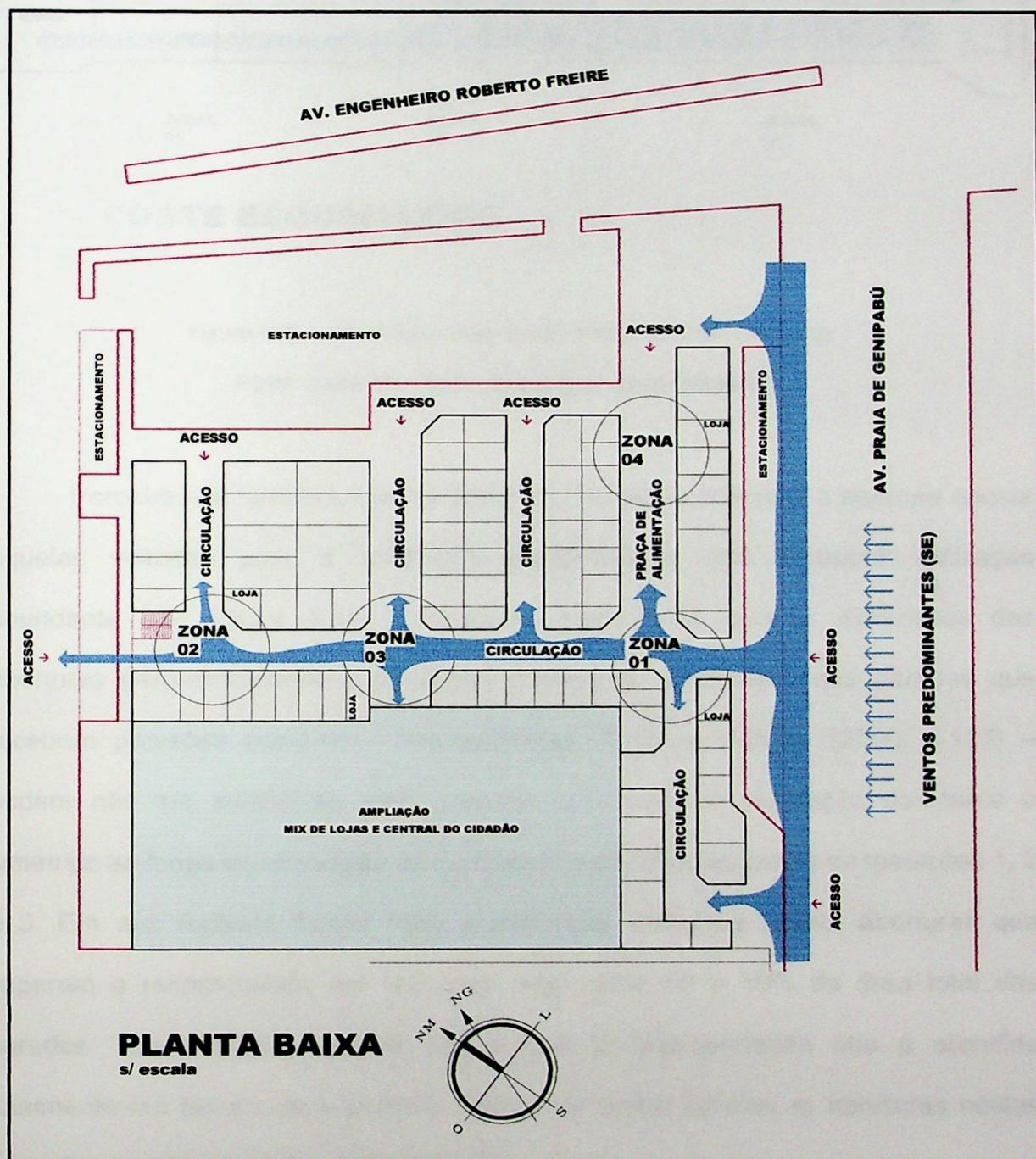
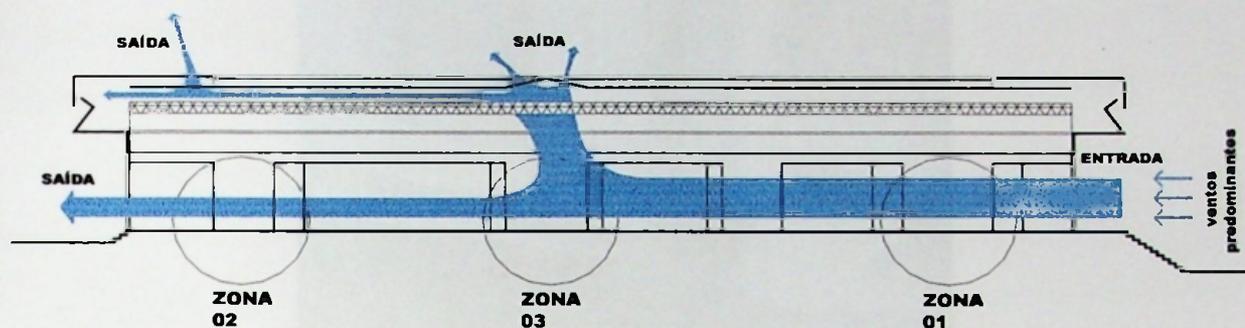


Figura 4.34 – Planta baixa esquemática do Praia Shopping, indicando: as zonas de medições, os ventos dominantes, a ventilação interna e as aberturas de acesso dos usuários.

Fontes: administração do Praia Shopping e dados coletados.



## CORTE ESQUEMÁTICO

s/ escala

Figura 4.35 – Corte transversal esquemático do Praia Shopping.

Fonte: administração do shopping e dados coletados.

Percebeu-se também, que as áreas de circulação próximas à abertura oposta àquelas voltadas para a ventilação predominante, não recebem ventilação abundante (ver Figura 4.34). Verificou-se neste caso que as dimensões das aberturas perpendiculares à ventilação dominante, localizadas nas paredes que recebem pressões positivas – sobrepressões, Frota e Schiffer (2000, p.127) – podem não ser suficientes para provocar um fluxo de ventilação constante e simétrico ao longo da circulação no eixo que compreende as zonas de medições 1, 2 e 3. Em sua fachada frontal (NE) a edificação estudada possui aberturas que superam o recomendado por Mahoney, algo entre 40 e 80% da área total das paredes. Nas fachadas laterais (SE e NO) a recomendação não é atendida totalmente em termos de superfície, apesar de serem amplas as aberturas nestas fachadas (ver Figuras 4.34, 4.36 e 4.37).



Figura 4.36 – Foto da fachada NOROESTE do Praia Shopping com abertura a sotavento.

Foto: Luciano Barbosa.



Figura 4.37 – Foto da fachada SUDESTE do Praia Shopping com abertura a barlavento.

Foto: Luciano Barbosa.

Além da ventilação natural que permeia o shopping, verificou-se que a estratégia adotada para esta edificação reúne sistemas naturais e artificiais para o condicionamento do ar, ou seja: nas circulações a ventilação natural é aproveitada

como elemento de renovação do ar, resfriamento da superfície e para incrementar as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente; nas lojas são utilizados sistemas de condicionamento artificial do ar pontuais, loja a loja, e/ou centrais. Esta conjugação de sistemas, se conhecidas sua eficiência e adequação, pode ser utilizada se consideradas as funções abrigadas na edificação em estudo.

Em relação aos materiais construtivos, o Praia Shopping possui paredes leves de tijolos de oito furos, singelas (de meia vez ou meio tijolo), nas paredes externas e internas. Os tijolos comuns, cerâmicos, possuem baixa condutibilidade térmica que é da ordem de  $0,69 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$  (Coutinho, 1998, p.21), menor que a dos tijolos de concreto, por exemplo, e têm baixa capacidade de armazenamento de calor para o caso da parede singela. Possui também cobertura constituída de telhas de alumínio sustentadas por estrutura metálica espacial. O alumínio tem condutibilidade térmica da ordem de  $230,00 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$  (Frota e Schiffer, 2000, p.187), possui baixa capacidade de armazenamento de calor e baixa inércia térmica. Estas características associadas à altura do pé-direito e à ventilação cruzada, atuam como atenuantes ao calor provocado pelo aquecimento da cobertura pelo sol. A solução do telhado, que permite ventilação sob as telhas, e o pé-direito alto, atenuam a questão da condutibilidade permitindo as trocas de calor por convecção entre o ar e as telhas, e as trocas por radiação entre as telhas e todos os elementos internos do shopping, inclusive os usuários. Na cobertura, o escoamento das águas pluviais ocorre através de calhas de chapa de alumínio sem que sejam registrados alagamentos ou acúmulo de água no interior ou no entorno da edificação. Conta ainda com piso em pedra cerâmica de alta resistência, na cor areia. Este material possui baixa condutibilidade térmica, da ordem de  $0,46 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ , e média inércia térmica, da ordem de  $837 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$  (Frota & Schiffer, 2000, p.184). Considera-se este tipo de piso

como o mais adequado para a região estudada, o que o faz ser largamente utilizado em edificações comerciais e residenciais.

Verificou-se que as principais características da edificação estudada, quanto ao seu zoneamento interno são: a ventilação cruzada nas suas circulações; a existência de circulações externas tipo "varandas", conforme sugere Teixeira (1993, p.32-33); e a localização das lanchonetes e restaurantes, que têm paredes sem aberturas voltadas para a ventilação dominante, o que impede, em certa medida, a propagação de vapores e calor no interior do shopping. Os amplos beirais funcionam como protetores solares.

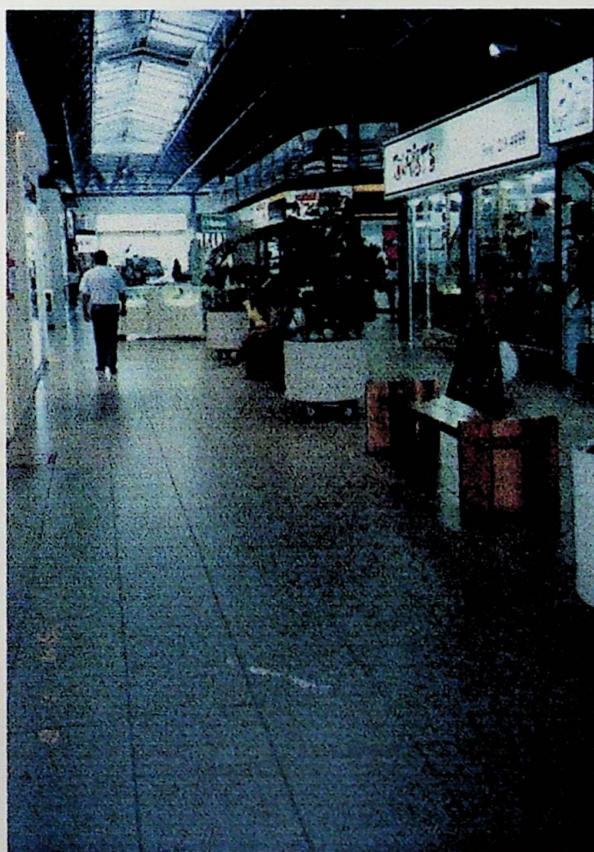


Figura 4.38 – Foto da circulação principal do Praia Shopping com abertura SUDESTE, a barlavento, ao fundo

Foto: Luciano Barbosa.

## Diagramas solares

De acordo com Bittencourt (2000, p.39), os diagramas solares podem ser utilizados na definição da melhor orientação para as edificações, e para analisar de que forma a incidência solar se comporta nas fachadas que a recebem. Com base nas coordenadas para Natal/RN, que são latitude  $5^{\circ}45'54''$  Sul e longitude  $35^{\circ}12'05''$  Oeste, e na sua declinação magnética de  $-21^{\circ}57'$  (NGDC, 2002) para o presente ano, foi analisada a insolação da edificação estudada, nas quatro fachadas, para os períodos de verão e inverno, com o uso dos gráficos solares (ver Figuras 4.39 e 4.40).

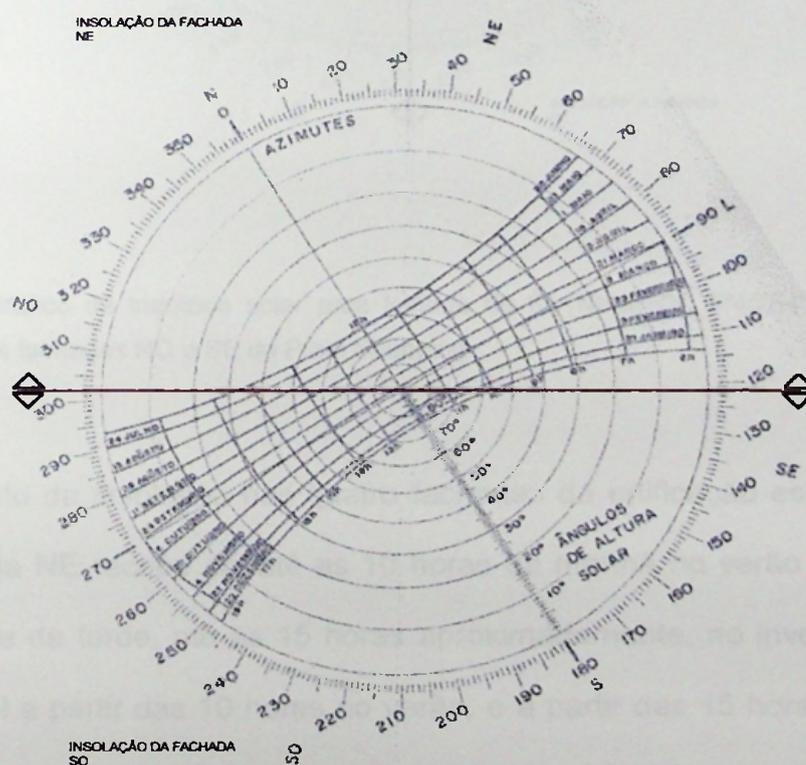


Figura 4.39 – Gráfico da trajetória solar para latitude de  $6^{\circ}$  (Natal/RN:  $5^{\circ}45'54''$ ), com estudo da insolação para as fachadas NE e SO do Praia Shopping.

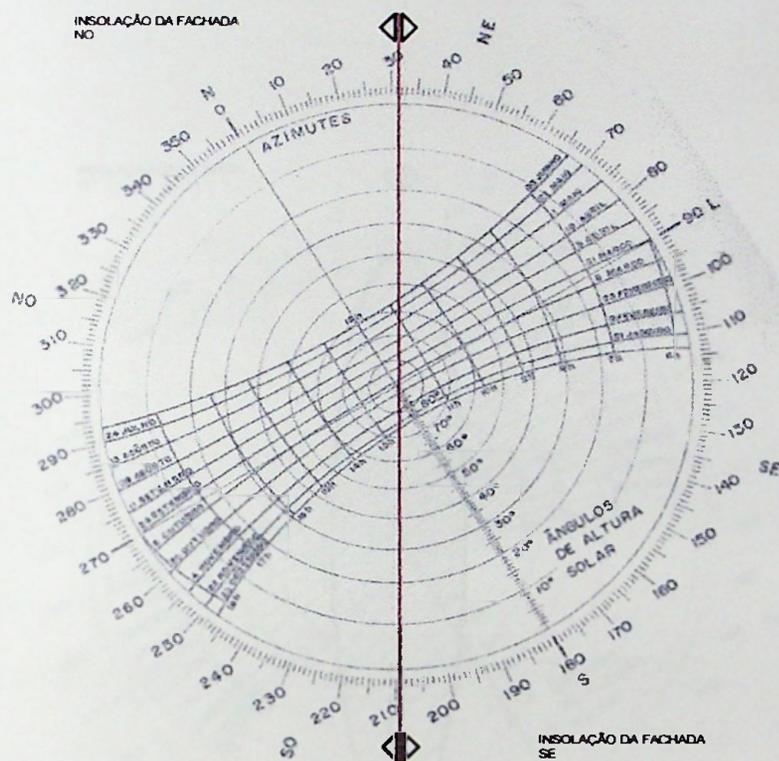


Figura 4.40 – Gráfico da trajetória solar para latitude de 6° (Natal/RN: 5°45'54"), com estudo da insolação para as fachadas NO e SE do Praia Shopping.

O estudo da insolação nas quatro fachadas da edificação estudada, indicou que: a fachada NE recebe sol até as 10 horas da manhã no verão e durante toda manhã e parte da tarde, até as 15 horas aproximadamente, no inverno; a fachada SO recebe sol a partir das 10 horas no verão, e a partir das 15 horas no inverno; a fachada SE recebe sol durante toda a manhã até as 12:30 horas no verão, e até as 11 horas no inverno; e, finalmente, a fachada NO recebe sol a partir das 12:30 horas no verão, e das 11 horas até o crepúsculo no inverno.

Verificou-se também a eficiência dos beirais nas fachadas SE e NO, através do traçado das máscaras de sombra (ver figura 4.41).

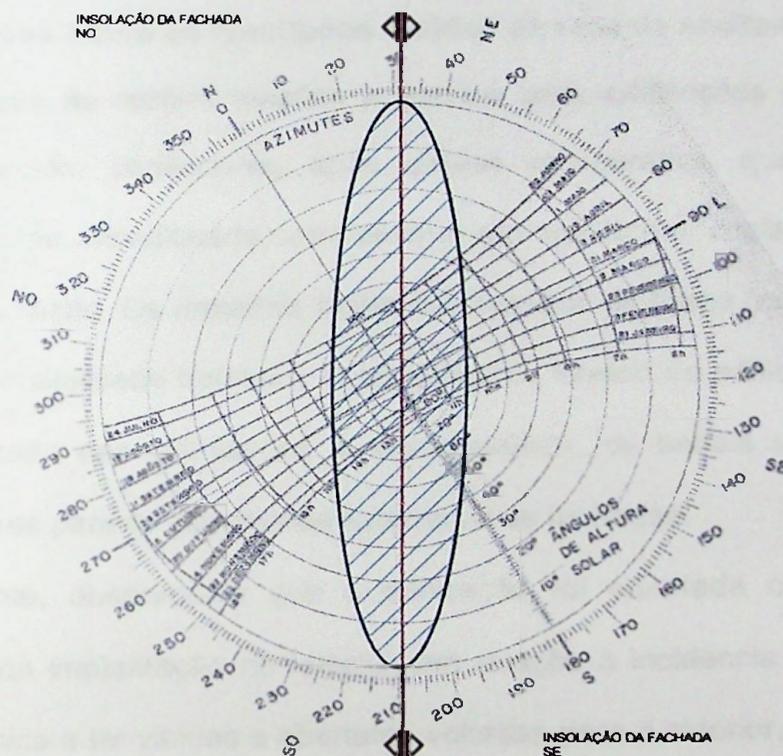


Figura 4.41 – Gráfico da trajetória solar para latitude de 6° (Natal/RN: 5°45'54''), com estudo das máscaras de sombras para as fachadas NO e SE do Praia Shopping.

O traçado das máscaras de sombra para as fachadas NO e SE, indicou que:

- A máscara de sombra traçada para verificação da eficiência do beiral na proteção da fachada SE, determinou os seguintes intervalos de insolação, considerada a hora solar: 6:15 às 9 horas, no inverno; 5:45 às 10:30 horas, no verão; e 6 às 9:45 horas, na primavera e no outono;

- Para a fachada NO, foram determinados os seguintes intervalos de insolação: 12:45 às 17:45 horas, no inverno; 14:30 às 18:15 horas, no verão; e 13:45 às 18 horas, na primavera e no outono.

### **Conclusões sobre os resultados obtidos através da análise da edificação**

**Em relação às recomendações projetuais para edificações em regiões de clima quente-úmido, verificou-se, após análise comparativa, que a edificação estudada foi, então, solucionada corretamente em sua forma, implantação no lote, ventilação e insolação. Os materiais foram empregados de forma coerente quanto à inércia e à condutibilidade térmicas. O zoneamento interno da edificação permite a ventilação cruzada nas circulações e, externamente, os beirais são importantes protetores solares para as circulações externas e as fachadas.**

Finalmente, observou-se que a edificação foi orientada corretamente no momento da sua implantação no terreno, em relação à incidência solar, já que: a fachada NE, única a ter vitrines e aberturas voltadas para o exterior, recebe o sol de verão somente até as 10 horas; a fachada SO, com parede "cega", sem aberturas, acessos ou vitrines, recebe o sol de verão a partir das 10 horas; a fachada SE, voltada para a ventilação predominante, com aberturas de acesso à clientela, porém sem vitrines, recebe o sol de verão durante toda a manhã.; e, finalmente, a fachada NO, que tem menor superfície de paredes de lojas, recebe o sol de verão e inverno durante toda a tarde. Em relação à eficiência do beiral na fachada SE, que recebe sol até as 12:30 horas no verão, verificou-se que efetivamente esse elemento protege, durante a maior parte do dia, as paredes e as aberturas de acesso dos clientes. No verão, por exemplo, essa proteção têm início às 10:30 horas, o que significa um ganho de duas horas de proteção contra a insolação. Quanto à fachada

NO, verificou-se que os beirais oferecem proteção eficaz durante parte da tarde, evitando a insolação nas horas em que são registradas as maiores temperaturas do ar, principalmente no verão, quando o intervalo de insolação ocorre até às 14:30 horas.

Em suma, concluiu-se que a edificação foi projetada e construída de maneira condizente com as condições do clima local.

## 5.1. DISCUSSÃO DA HIPÓTESE

### Hipótese

Os espaços construídos destinados ao uso comercial, particularmente os shopping centers, se construídos segundo os métodos tradicionais de construção de edifícios artificiais, em suas áreas comuns, sem que sejam prejudicadas as condições de conforto térmico dos usuários.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das condições de conforto térmico do shopping Center Praia Shopping realizou-se através da aplicação das técnicas da Avaliação Pós-Ocupação junto aos seus usuários. Foram realizadas medições das variáveis ambientais e aplicados questionários para verificar as sensações térmicas dos usuários nas circulações e nas lojas. Além disso, foram feitas análises quanto às soluções projetuais empregadas na edificação, observando-se o cumprimento das recomendações projetuais para regiões de clima quente-úmido, e foi feita a análise da insolação com o uso dos diagramas solares.

Assim, tornou-se possível verificar a hipótese formulada e apresentar resultados conclusivos, bem como sugerir recomendações para a edificação estudada no sentido de promover a melhoria das suas condições de conforto térmico.

### 5.1. DISCUSSÃO DA HIPÓTESE

Hipótese:

Os espaços construídos destinados ao uso comercial, particularmente os shopping centers, se corretamente projetados, podem prescindir do condicionamento artificial do ar, em suas áreas comuns, sem que sejam prejudicadas as condições de conforto térmico dos seus usuários.

Na presente pesquisa, em que foram consideradas áreas comuns as circulações do shopping center Praia Shopping, verificou-se a confirmação da hipótese formulada através dos seguintes resultados obtidos:

- Foram abordados 618 usuários nesta pesquisa. Destes, 57 foram entrevistados nas lojas e 561 nas circulações, o que corresponde, respectivamente, a 9,23% e 90,77% do total. Verificou-se que, dos 561 entrevistados nas circulações, 89,92% estavam em conforto no primeiro período estudado, e 77,19% no segundo período estudado. Foram considerados em conforto os usuários que responderam pouco frio (PF), confortável (C) e pouco quente (PQ), na escala do grau de satisfação;
- O cálculo da Percentagem de Pessoas Insatisfeitas (PPD) indicou que nos dois períodos estudados, apenas 10,1% das pessoas entrevistadas nas circulações estavam insatisfeitas com o ambiente térmico interno;
- Obtidos os parâmetros de conforto térmico para as circulações, a partir das medições das variáveis ambientais, nos dois períodos pesquisados, verificou-se que a zona de conforto, delimitada pelas temperaturas efetivas e definida para o local estudado, está contida na zona de conforto proposta por Koenigsberger et al (1977), delimitada sobre o Nomograma de Temperatura Efetiva;
- Os funcionários, nas circulações, apresentam percentuais maiores para a resposta confortável quando comparados aos funcionários das lojas, em que pesem as atividades diferentes realizadas. Os percentuais são de 48,22% para os funcionários das lojas, e 74,70% para os funcionários nas circulações;

- O constante movimento do ar, verificado em todas as circulações, produz a dissipação do calor, a renovação do ar e facilita as trocas térmicas entre os corpos dos usuários e o ambiente;
- Ao responderem a pergunta formulada sobre a necessidade de instalação de ar condicionado nas circulações do Praia Shopping, 64,58% dos usuários afirmaram que não há necessidade deste equipamento (ver Anexo D).

## 5.2. CONCLUSÕES

Como se pode depreender dos dados e análises apresentados, a edificação estudada, nas suas áreas comuns, atende às condições de conforto térmico dos seus usuários, visto que:

- Em média, 83,55% dos entrevistados estavam em conforto nos dois períodos estudados, consideradas as respostas “pouco quente”, “confortável” e “pouco frio”;
- Como dito, a Percentagem de Pessoas Insatisfeitas foi apenas de 10,1%, nos dois períodos pesquisados;
- Em todas as quatro zonas, nos dois períodos estudados, o percentual de respostas “pouco quente”, “confortável” e “pouco frio”, sempre foi mais alto que as demais respostas;
- O percentual de pessoas em conforto também é significativo quando verificados os cruzamentos das variáveis sexo e idade com a variável grau de satisfação, tanto para homens quanto para mulheres, de todas as faixas etárias;

- As análises feitas sob o posto de vista da determinação da relação Arquitetura-clima, aplicado ao caso de Natal, apontam para o atendimento da quase totalidade das recomendações para ante-projetos arquitetônicos;
- As análises realizadas através da construção dos diagramas solares, indicam uma correta definição quanto à implantação da edificação estudada e um eficiente uso dos protetores solares;
- A edificação atende, em grande parte, às recomendações projetuais consagradas por diversos autores, para projetos arquitetônicos em regiões de clima quente-úmido; inclusive, verificou-se o correto uso dos materiais construtivos para as paredes, pisos e cobertura;
- Finalmente, o Praia Shopping, apesar de "aberto", é bem freqüentado e seus usuários demonstraram estar satisfeitos com suas condições ambientais.

Entretanto, alguns problemas detectados devem ser mencionados:

- a) Percebe-se que não há uma homogeneidade de respostas dos usuários quando correlacionadas as zonas de conforto e a variável grau de satisfação, nos dois períodos estudados. Nas zonas 1 e 4 são observados percentuais mais altos de usuários em conforto, comparativamente àqueles verificados nas zonas 2 e 3;
- b) Os funcionários, nas lojas, apresentam percentuais para as respostas pouco quente, confortável e pouco frio, mais baixos que os dos funcionários nas circulações. Provavelmente, esses resultados ocorreram devido a questões técnicas relacionadas ao condicionamento artificial no interior das lojas, segundo ocorrência registrada no período de racionamento de energia pelo qual passou o Brasil no ano de 2001.

- Fatores de ordem psicológica e sócio-culturais podem também ter influenciado nas respostas dos usuários em relação ao grau de satisfação;
- c) Verificou-se que a Percentual de Pessoas Insatisfeitas (PPD), calculado para as lojas foi, em média, igual 18,4%, para os dois períodos pesquisados, o que indicou que os funcionários estavam em desconforto.

### 5.3. RECOMENDAÇÕES PARA O PRAIA SHOPPING

De maneira geral, para que sejam realizadas melhorias das condições de conforto térmico, ou para que, pelo menos, as condições atuais não se deterioreem, são sugeridas as seguintes recomendações para a edificação estudada:

- Evitar, sempre que possível, interpor obstáculos à ventilação cruzada nas circulações, principalmente na circulação orientada para o eixo sudeste-noroeste;
- Verificar de que forma podem ser otimizados os sistemas centrais e individuais de ar-condicionado das lojas, com vistas à eliminação de discrepâncias verificadas entre o grau de satisfação dos funcionários que ali trabalham e aqueles situados nas circulações;
- Incrementar a ventilação nas zonas de conforto 2 e 3, através de equipamentos de ventilação tipo climatizadores com água pressurizada ou similares;
- Buscar soluções para melhorar a exaustão na zona de conforto 4, localizada na praça de alimentação, já que nesta zona a ventilação cruzada, acredita-se, não têm capacidade para exaurir, totalmente, os gases e vapores provenientes dos restaurante e lanchonetes ali existentes;

- Executar reforma no sentido de dotar a fachada sudeste de mais um acesso, similar aos dois existentes o que, acredita-se, deverá incrementar a ventilação na praça de alimentação. Esta recomendação poderá ser atendida com o remanejamento de um dos restaurantes ali instalados;
- Evitar novos ganhos de calor externos ou internos, sem que haja a devida compensação através dos meios naturais ou artificiais de condicionamento do ar;
- A administração do shopping deve ter como rotina a constante verificação da sensação dos seus clientes e funcionários quanto ao grau de satisfação relativo ao conforto térmico.

Acredita-se que esta pesquisa venha contribuir para a divulgação das técnicas da Avaliação Pós-Ocupação nos meios científico e profissional, ampliando cada vez mais o campo de atuação de pesquisadores e arquitetos em relação as avaliações de desempenho das edificações na cidade de Natal.

Entende-se que o presente estudo contribuirá para uma conscientização da necessidade das avaliações dos espaços construídos que, espera-se, possam tornar-se rotineiras a partir de uma sistematização de programação e planejamento dos espaços públicos e privados, que visem a qualidade da produção, uso, operação e manutenção dos ambientes edificados.

Finalmente, espera-se que o presente trabalho possa tornar-se o início de pesquisas mais amplas que venham a ter continuidade numa Tese de Doutorado, estendidas a outros estudos, que possam dar bases mais seguras para as conclusões aqui obtidas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALUCCI, Márcia P. *Crerios Relativos ao Atendimento das Exigências de Ventilação na Habitação*. In Tecnologia de Edificações, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. São Paulo: Pini, 1985.
- ALVA, Eduardo N. *Qualidade Ambiental Urbana*. In: IV ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Salvador: 1997.
- ARAÚJO, Eliete de Pinho. *Análise Pós-Ocupação de um Edifício Comercial em Brasília: aspectos do conforto térmico*. Dissertação de Mestrado em Planejamento Urbano da Universidade de Brasília. Brasília: 1999.
- ARAÚJO, E. H. S. de; MARTINS, T. L. F.; ARAÚJO, V. M. D. de. *Dias climáticos típicos para o projeto térmico de edificações em Natal - RN*. Natal: EDUFRN, 1998.
- ARAÚJO, Virginia Maria Dantas de. *Parâmetros de Conforto Térmico para Usuários de Edificações Escolares no Litoral Nordestino Brasileiro. (o caso de Natal/RN)*. Natal/RN: EDUFRN, 2001.
- ABRASCE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SHOPPING CENTERS. *Indústria de Shopping Centers – Apresentação*. Disponível em: <<http://www.abrasce.com.br>> Acesso em: 09/01/2001.

BARBOSA, Miriam Jerônimo. *Uma Metodologia para Especificar e Avaliar o Desempenho Térmico de Edificações Residenciais Unifamiliares*. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997.

BITTENCOURT, Leonardo. *Princípios de Ventilação Natural para Climas Quentes e Úmidos*. Apostila da disciplina Ventilação Natural nas Edificações do Curso de Especialização em Estudos do Habitat Construído com Ênfase na Questão Ambiental. Natal, 13 a 23 de Outubro de 1998.

\_\_\_\_\_. *Uso das cartas Solares: diretrizes para Arquitetos*. 3ª ed. rev. Maceió: EDUFAL, 2000.

BURLAMAQUI, Ulisses P. *Uma Pesquisa Sobre Shopping-Centers. O Enfoque do Arquiteto*. Apostila, FAU-UFRJ, 1987.

COUTINHO, Antonio Souto. *Conforto e Insalubridade Térmica em Ambientes de Trabalho*. João Pessoa: Edições PPGEPI, 1998.

DEL RIO, Vicente, FERREIRA, Carlos E., KÓS, José, MIYAMOTO, James. *Nascimento e Apogeu do Shopping Center. Módulo/arquitetura e arte*, Rio de Janeiro, n.94, p. 34-47, 1º semestre, 1987.

FROTA, Anésia Barros, SHIFFER, Sueli Ramos. *Manual de Conforto Térmico*. 4ª ed. São Paulo: Studio Nobel, 2000.

KOENIGSBERGER et al. *Vivienda y Edificios en Zonas Cálidas e Tropicales*. Madrid: Paraninfo, 1977.

LAMBERTS, Roberto, DUTRA, Luciano, PEREIRA, Fernando O. R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW Editores, 1997.

LAMBERTS, Roberto, XAVIER, Antonio A. de Paula. *Conforto Térmico e Stress Térmico*. Disponível em: <[http://www.labee.ufsc.br/pos\\_graduacao.html](http://www.labee.ufsc.br/pos_graduacao.html)> Acesso em: 30/08/2002.

NGDC – National Geophysical Data Center. Disponível em <<http://www.ngdc.noaa.gov/cgi-bin/seg/gmag/flidsnth1.pl>> Acesso em: 01/05/2002.

ONU – ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. *Diseño de Viviendas Económicas y Servicios de la Comunidad*. Volume I. Departamento de Assuntos Económicos y Sociales. New York: Naciones Unidas, 1973.

ORNSTEIN, Sheila W. *Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído*. São Paulo: Studio Nobel: Edusp, 1992.

\_\_\_\_\_. *Ambiente Construído e Comportamento: a Avaliação Pós-Ocupação e a Qualidade Ambiental*. São Paulo: Studio Nobel: FAUUSP: FUPAM, 1995.

PREISER, Wolfgang F.E.; RABINOWITZ, Harvey Z.; WHITE, Edward T. *Post-Occupancy Evaluation*. Nova York: Van Nostrand Reinhold, 1988.

RABINOWITZ, Harvey Z. *Avaliação de Pós-Ocupação*. In SNYDER, James C. e CATANESE, Anthony J. *Introdução à Arquitetura*. Rio de Janeiro: Ed. Campus LTDA, 1984.

RICHARDSON, Roberto Jarry. *Pesquisa Social: métodos e técnicas*. São Paulo: Atlas, 1999.

RIVERO, Roberto. *Arquitetura e Clima: acondicionamento térmico natural*. 2ª ed. rev. e ampl. Porto Alegre: D.C. Luzzatto Editores, 1986.

ROMERO, Marta A. B. *Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano*. São Paulo, Projeto: 1988.

ROSSARI, Tânia T. *Shopping Center Iguatemi de Porto Alegre: espaço, ritual e lazer*. In Weimer, G. *Arquitetura; história, teoria e cultura*. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 2000.

TEIXEIRA, Rubenilson F. *A Variável Tecnológica na definição do Partido Arquitetônico e do Estudo Preliminar: uma proposta metodológica*. Natal: Cooperativa Cultural – UFRN, 1993.

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. *Programa Computacional Analysis 1.5*. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/software/software.html>> Acesso em: 06/05/2002.

VELOSO, Maisa F. D. *Arquitetura e (des)Identidade Cultural: a construção do não-lugar na arquitetura contemporânea em Natal/RN*. Artigo no prelo, 2001.

VERGARA, Lizandra G. L. *Análise das Condições de Conforto Térmico de Trabalhadores da Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Universitário de Florianópolis*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

ANEXO A – FERRAMENTAS PARA AVALIAÇÃO DE RISCOS

1. RISCO BIOMÉTRICO

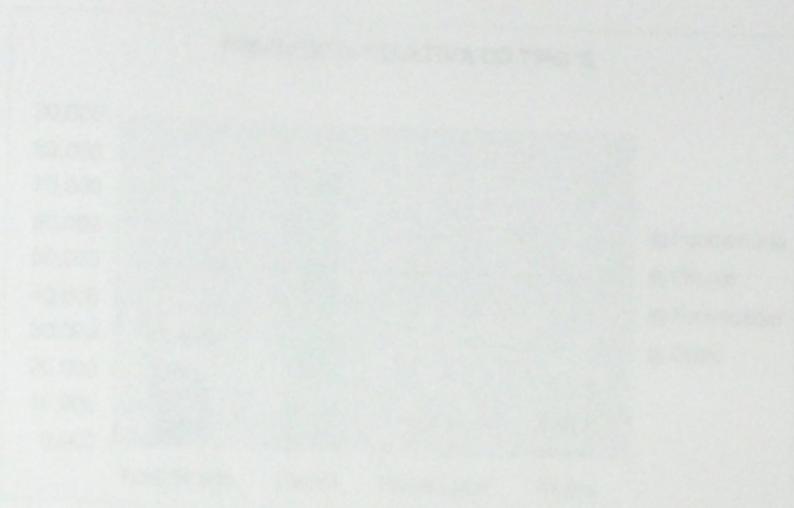


Figura A.1 – Frequência relativa ao tipo dos usuários cadastrados nos sites pesquisados – julho a dezembro, 2007

**ANEXO A – Frequência relativa ao tipo dos usuários e suas atividades**

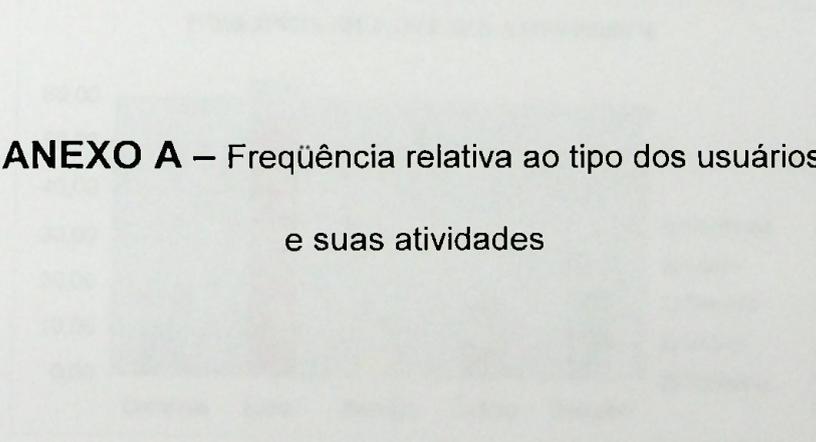


Figura A.2 – Frequência relativa às atividades dos usuários pesquisados nos sites pesquisados – julho a dezembro, 2007

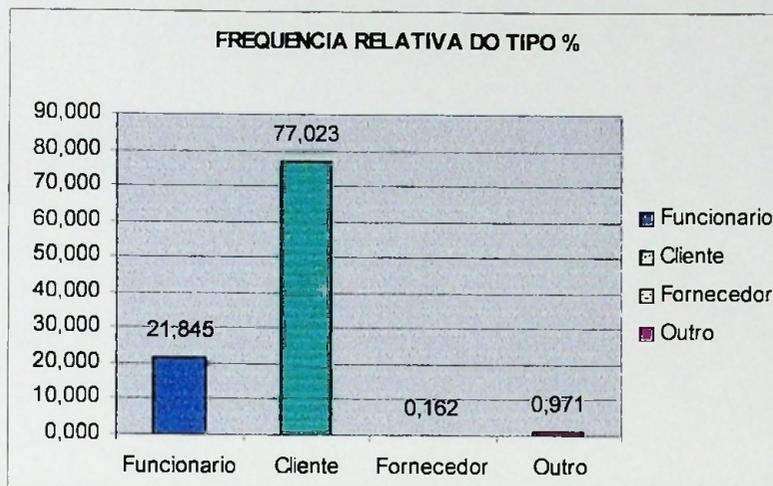


Figura A.1 – Frequência relativa ao tipo dos usuários pesquisados nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.

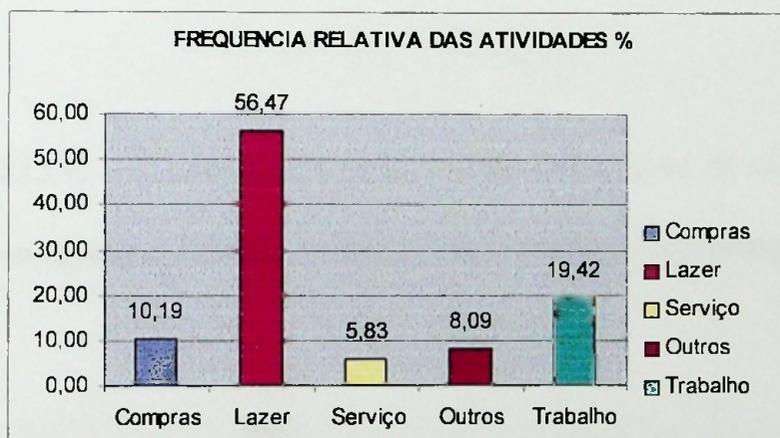


Figura A.2 – Frequência relativa às atividades dos usuários pesquisados nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.

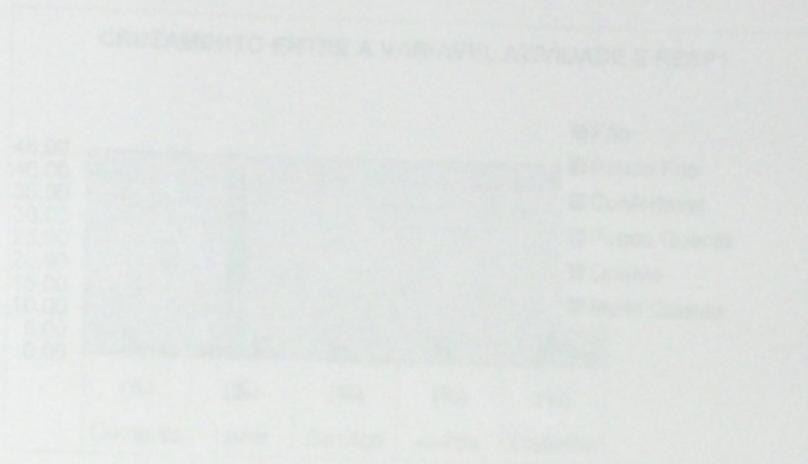


Figura 3.1 – Distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por atividade com o seu perfil pesquisado – julho e dezembro de 2004.

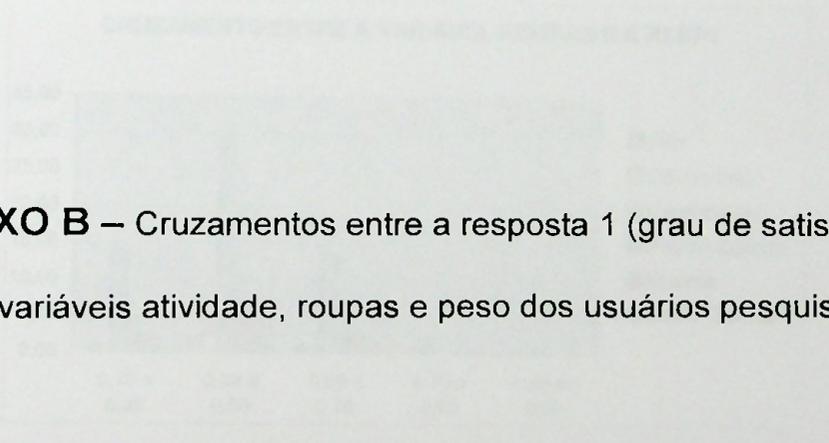


Figura 3.2 – Distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por tipo de roupa, com seus respectivos índices de satisfação, nos dois períodos pesquisados – julho e dezembro 2004.

**ANEXO B – Cruzamentos entre a resposta 1 (grau de satisfação) e as variáveis atividade, roupas e peso dos usuários pesquisados.**

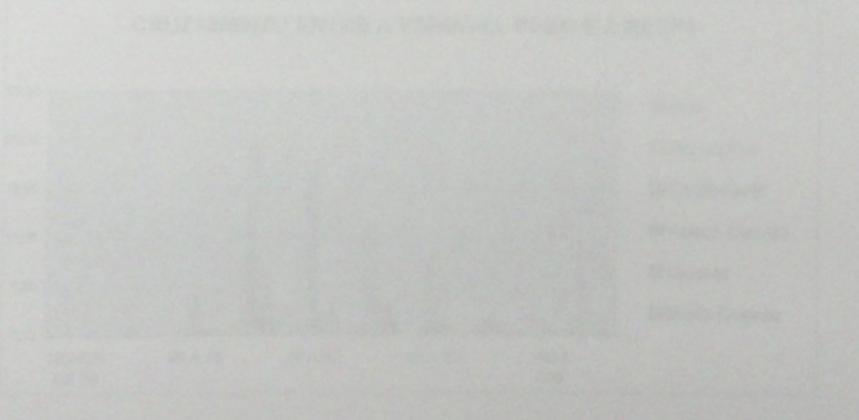


Figura 3.3 – Distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por índice de peso, nos dois períodos pesquisados – julho e dezembro de 2004.

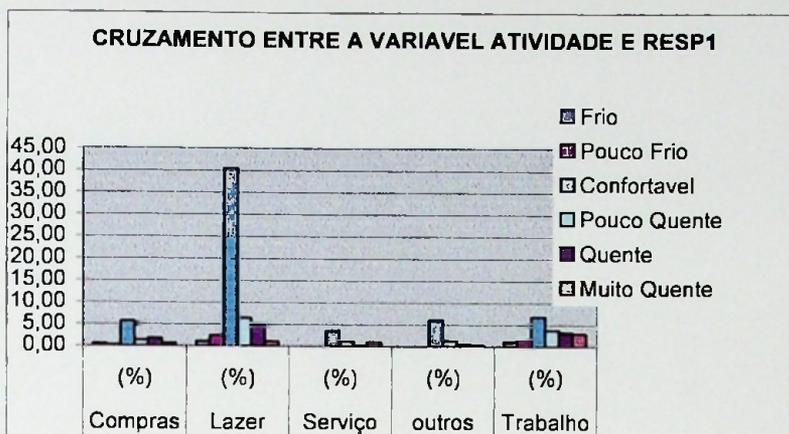


Figura B.1 – Distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por atividade nos dois períodos estudados – julho e dezembro de 2001.

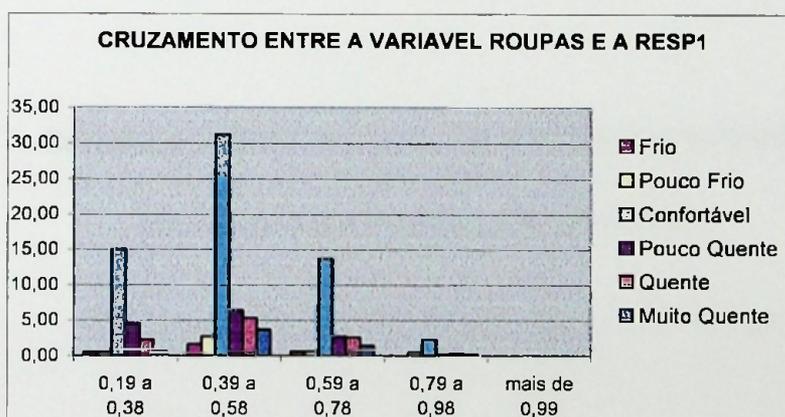


Figura B.2 – Distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários por tipo de roupas, com seus respectivos Índices de resistência térmica, nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.

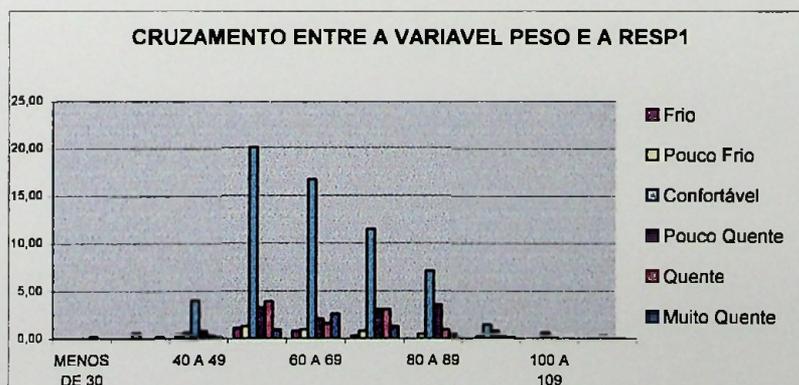


Figura B.3 – Distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários, por faixas de peso, nos dois períodos estudados – julho e dezembro de 2001.

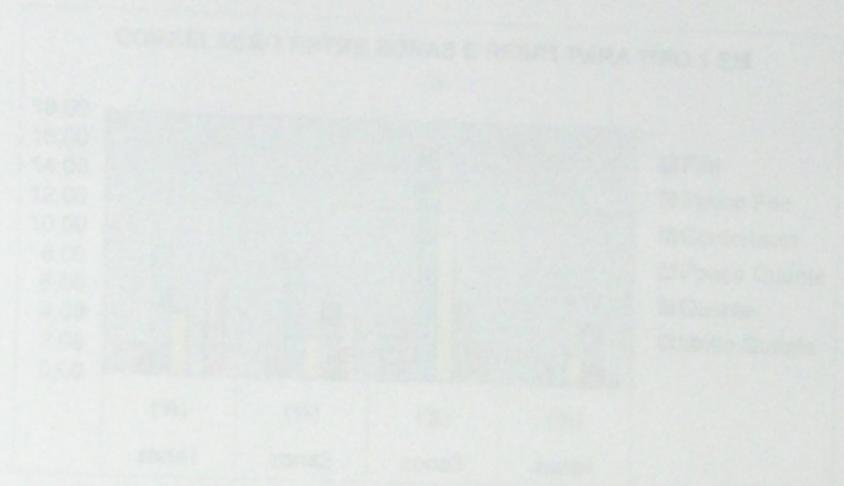


Figure B.1 – Distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários, por zona de medição, para o tipo 1 (interior), nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2007

**ANEXO C – Correlações entre as zonas de medições e a resposta 1 (grau de satisfação) para os tipos de usuários**

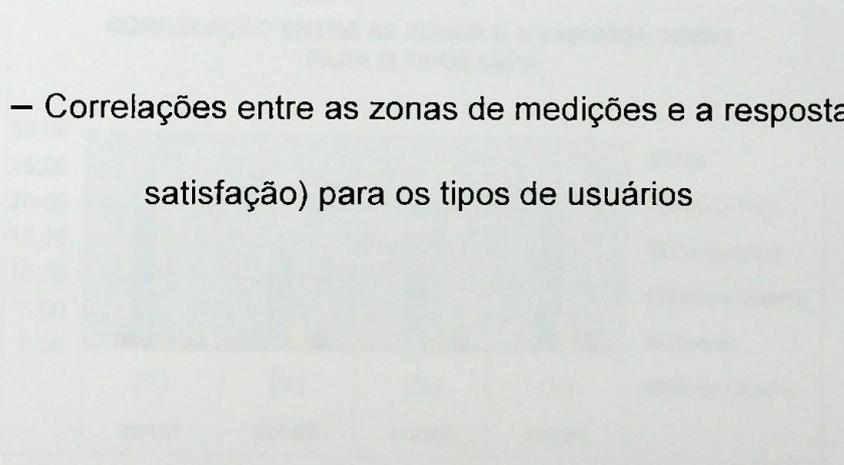


Figure C.2 – Distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários, por zona de medição, para o tipo 2 (interior), nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2007

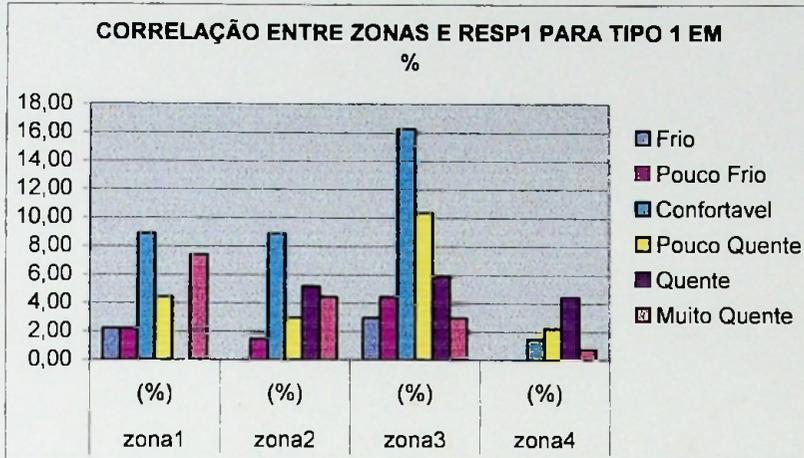


Figura C.1 – Distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários, por zona de medições, para o tipo 1 (funcionário), nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.

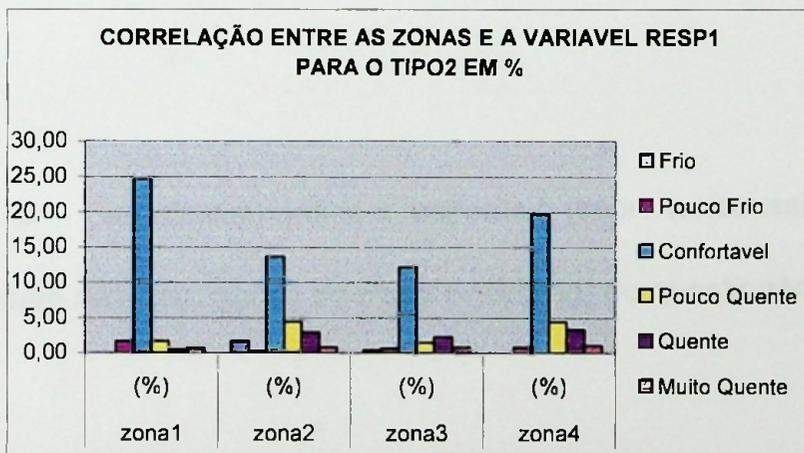


Figura C.2 – Distribuição das respostas relativas ao grau de satisfação dos usuários, por zona de medições, para o tipo 2 (cliente), nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.

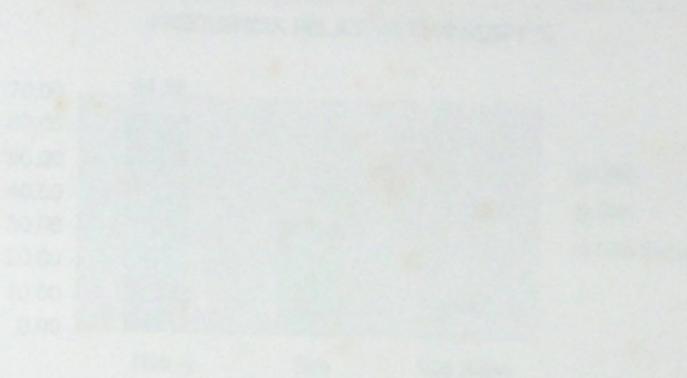


Figura D.1 – Frequência relativa à resposta 5 (sobre a necessidade de ar condicionado nas circulações do Praia Shopping) do questionário aplicado em dezembro 2001.

**ANEXO D** – Frequência relativa à resposta 5 (sobre a necessidade de ar condicionado nas circulações do Praia Shopping) do questionário aplicado

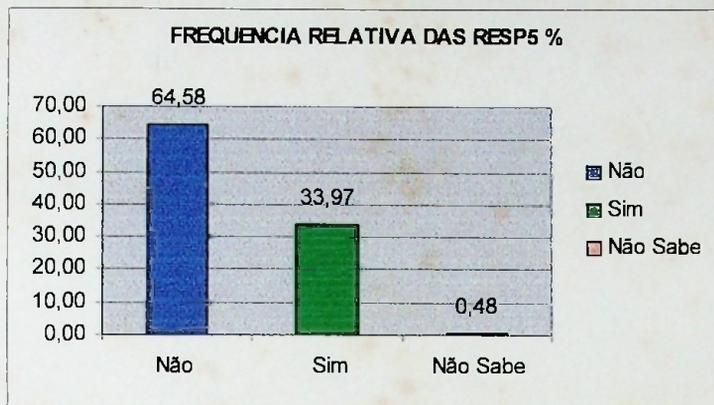


Figura D.1 – Frequência relativa à resposta dos usuários quando perguntados sobre a necessidade de ar condicionado nas circulações do Praia Shopping, nos dois períodos estudados – julho e dezembro, 2001.



L183555

