

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

CESAR HENRIQUE DE GODOY GOMES

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO EM UM EDIFÍCIO  
DE ESCRITÓRIOS NA CIDADE DE MARINGÁ**

FLORIANÓPOLIS  
2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

CESAR HENRIQUE DE GODOY GOMES

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO EM UM EDIFÍCIO  
DE ESCRITÓRIOS NA CIDADE DE MARINGÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.  
Área: Construção Civil

Orientador: Roberto Lamberts

FLORIANÓPOLIS  
2003

GOMES, Cesar Henrique de Godoy.

Análise dos níveis de conforto térmico em um edifício de escritório na cidade de Maringá / César Henrique de Godoy Gomes. Florianópolis: UFSC, 2004.

**Dissertação** (Mestrado em Engenharia civil) Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, 2003.

Orientador: Roberto Lamberts.

1. Conforto térmico. 2. Sensações térmicas. 3. Índices de conforto. 4. Medições. I. Lamberts, Roberto (Orient.). II Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. III. Título.

CESAR HENRIQUE DE GODOY GOMES

ANÁLISE DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO EM UM EDIFÍCIO DE  
ESCRITÓRIOS NA CIDADE DE MARINGÁ.

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

---

Prof. Jucilei Cordini, Dr.  
Coordenador

Banca Examinadora:

---

Prof. Roberto Lamberts, Dr.  
Orientador

---

Prof. Maurício Roriz, Dr.

---

Prof. Eneid Ghisi, Dr.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Roberto Lamberts, pela paciência, confiança e pela oportunidade de me aperfeiçoar.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina e ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade de realização do mestrado.

À Prefeitura Municipal de Maringá que cedeu espaço para a realização deste trabalho.

Aos meus pais, Yolando Gomes e Nair de Godoy Gomes, e as minhas irmãs, Regina e Célia, por todo apoio em todos os momentos da minha vida, pelo carinho e paciência.

Em especial, à Vanessa Coutinho, pelo carinho, pela atenção, paciência e por compartilhar de forma tão completa minhas idéias e incansável apoio durante todo o curso.

E a todos aqueles que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

Mas imaginando ordens erradas, haveis, no entanto encontrado algo.

***UMBERTO ECO***

## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>7</b>
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	9
LISTA DE TABELAS .....	11
RESUMO .....	14
ABSTRACT .....	15
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 – JUSTIFICATIVAS: .....	19
1.2 – OBJETIVOS: .....	20
1.2.1 – <i>Objetivo principal:</i> .....	20
1.2.2 – <i>Objetivo específico:</i> .....	20
1.3 - ESTRUTURA DO TRABALHO:.....	21
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>23</b>
2.1 - RELAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA EXTERNA MÉDIA, A TEMPERATURA NEUTRA E A TEMPERATURA INTERNA: .....	25
2.2 - APLICABILIDADE DE ÍNDICES DE CONFORTO EM AMBIENTES TÉRMICOS:.....	27
2.3 - ADAPTABILIDADE HUMANA AO AMBIENTE TÉRMICO: .....	35
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>38</b>
3.1 - PRIMEIRA ETAPA: PESQUISAS DE CAMPO:.....	39
3.1.1 - <i>Parâmetros ambientais e psicofisiológicos:</i> .....	39
3.1.2 - <i>Objetos de estudo: campo de pesquisa e amostragens:</i> .....	40
3.1.3 - <i>Materiais:</i> .....	42
3.1.3.1 - <i>Termômetro de globo:</i> .....	43
3.1.3.2 - <i>Psicrômetro Giratório:</i> .....	47
3.1.3.3 - <i>Termoanemômetro:</i> .....	47
3.1.4 - <i>Ambiente de estudo:</i> .....	49
3.1.4.1 - <i>Espaço 01:</i> .....	55
3.1.4.2 - <i>Espaço 02:</i> .....	58
3.1.5 - <i>Questionário aplicado:</i> .....	59
3.1.6 - <i>Coleta de dados para pesquisa:</i> .....	60
Temperatura externa média (° C).....	62
3.2 – SEGUNDA ETAPA: OBTENÇÃO DE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO E TRATAMENTO ESTATÍSTICO: .....	63
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>64</b>
4.1 - ANÁLISE DE NORMALIDADE DAS VARIÁVEIS:.....	67
4.2 – ANÁLISES COMPARATIVAS ENTRE OS ÍNDICES ANALÍTICOS DE CONFORTO PMV, PMV <sub>NV</sub> , S <sub>XAVIER</sub> E AS SENSações REAIS RELATADAS: .....	76
4.2.1 – <i>Teste de variância entre as variáveis PMV, o PMV<sub>NV</sub>, S<sub>XAVIER</sub> e as sensações reais relatadas:</i> .....	77

4.2.2 - <i>Análise de correlação para o ambiente naturalmente ventilado, Espaço 01:..</i>	78
4.2.3 - <i>Análise de correlação para o ambiente condicionado, Espaço 02: .....</i>	83
4.3 – ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO E AS SENSações TÉRMICAS RELATADAS PELOS DIFERENTES SEXOS NO AMBIENTE COM VENTILAÇÃO NATURAL, ESPAÇO 01: .....	85
4.3.1 - <i>Análise de correlação considerando os sexos para o ambiente naturalmente ventilado, Espaço 01: .....</i>	87
4.4 – TEMPERATURA EXTERNA COMO DETERMINANTE DAS SENSações DE CONFORTO: ....	92
4.4.1 – <i>Teste de significância do modelo de regressão:.....</i>	93
4.4.2 – <i>Teste de significância dos coeficientes parciais de regressão:.....</i>	94
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>96</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>105</b>
ANEXO A:.....	106
ANEXO B:.....	108
ANEXO C:.....	125

### *Lista de Ilustrações*

FIGURA 3.1: Sensor do termômetro de globo, equipamento TGM 100.	44
FIGURA 3.2: Termômetro de globo, equipamento TGM 100.	44
FIGURA 3.3: Psicrômetro giratório, modelo SP-G2.	46
FIGURA 3.4: Termoanemômetro, modelo Airslow TA2.	47
FIGURA 3.5: Fachada sul.	49
FIGURA 3.6: Fachada norte.	49
FIGURA 3.7: Detalhe da janela tipo maxi-ar.	50
FIGURA 3.8: Calhas de iluminação artificial.	50
FIGURA 3.9: Detalhe da cobertura.	51
FIGURA 3.10: Detalhe do hall de acesso e rampas interligando os pavimentos.	52
FIGURA 3.11: Espaço 01, Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação. Espaço com ventilação natural.	52
FIGURA 3.12: Espaço 01, Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação. Espaço com ar condicionado.	53
FIGURA 3.13: Planta do terceiro pavimento.	54
FIGURA 4.1: Distribuição de frequências das sensações relatadas pelos usuários para ambientes com ventilação natural (Espaço 01).	67
FIGURA 4.2: Distribuição de frequências das sensações relatadas pelos usuários para ambiente condicionados (Espaço 02).	67
FIGURA 4.3: Distribuição de frequências das sensações analíticas de conforto para ambientes com ventilação natural (Espaço 01), segundo modelo PMV.	69
FIGURA 4.4: Distribuição de frequências das sensações analíticas de conforto para ambientes condicionados (Espaço 02), segundo modelo PMV.	69
FIGURA 4.5: Distribuição de frequências das sensações analíticas de conforto para ambientes com ventilação natural (Espaço 01), segundo modelo $PMV_{NV}$ .	70
FIGURA 4.6: Distribuição de frequências das sensações analíticas de conforto para ambientes condicionados (Espaço 02), segundo modelo $PMV_{NOVO}$ .	71

FIGURA 4.7: Distribuição de frequências dos índices analíticas de conforto para ambientes com ventilação natural (Espaço 01), segundo modelo $S_{XAVIER}$ .	72
FIGURA 4.8: Distribuição de frequências dos índices analíticas de conforto para ambientes condicionados (Espaço 02), segundo modelo $S_{XAVIER}$ .	72
FIGURA 4.9: Distribuição de frequências da temperatura externa.	73
FIGURA 4.10: Distribuição de frequências das temperaturas de bulbo seco coletado no interior do Espaço 01.	74
FIGURA 4.11: Distribuição de frequências das temperaturas de bulbo seco coletado no interior do Espaço 02.	75
FIGURA 4.12: Correlação entre o PMV e as sensações reais relatadas (Espaço 01).	79
FIGURA 4.13: Correlação entre o PMV e as sensações reais relatadas (Espaço 01).	80
FIGURA 4.14: Correlação entre o $S_{XAVIER}$ e as sensações reais relatadas (Espaço 01).	81
FIGURA 4.15: Correlação entre o PMV e as sensações reais relatadas (Espaço 02).	83
FIGURA 4.16: Correlação entre o $PMV_{NV}$ e as sensações reais relatadas (Espaço 02).	83
FIGURA 4.17: Correlação entre o $S_{XAVIER}$ e as sensações reais relatadas (Espaço 02).	84
FIGURA 4.18: Isolamento térmico para os diferentes sexos no ambiente com ventilação natural.	85
FIGURA 4.19: Correlação entre o PMV e as sensações reais relatadas pelo sexo feminino.	87
FIGURA 4.20: Correlação entre o $PMV_{NV}$ e as sensações reais relatadas pelo sexo feminino.	87
FIGURA 4.21: Correlação entre o $S_{XAVIER}$ e as sensações reais relatadas pelo sexo feminino.	88
FIGURA 4.22: Correlação entre o PMV e as sensações reais relatadas pelo sexo masculino.	89
FIGURA 4.23: Correlação entre o $PMV_{NV}$ e as sensações reais relatadas pelo sexo masculino.	90
FIGURA 4.24: Correlação entre o $S_{XAVIER}$ e as sensações reais relatadas pelo sexo masculino.	91
FIGURA 4.25: Correlação entre o $S_{EST}$ e as sensações reais relatadas pelo sexo masculino.	94

## ***Lista de Tabelas***

TABELA 3.1: Posições de medições para variáveis físicas de um ambiente.	42
TABELA 3.2: Resultados da dos padrões utilizados para calibração do instrumento TGM 100.	45
TABELA 3.3: Resultados de análise de conferência comparativa dos termômetros de bulbo seco.	45
TABELA 3.4: Relação entre os pontos fixos do eixo 05 e seus correspondentes.	55
TABELA 3.5: Relação entre os pontos fixos do eixo C e seus correspondentes.	55
TABELA 3.6: Valores encontrados nas medições preliminares no Espaço 01.	56
TABELA 3.7: Valores encontrados nas medições preliminares no Espaço 02.	57
TABELA 3.8: Temperaturas médias utilizadas no momento da medição.	61
TABELA 4.1: Médias por medição dos dados obtidos no Espaço 01, ambiente com ventilação natural.	65
TABELA 4.2: Médias por medição dos dados obtidos no Espaço 02, ambiente condicionado.	65
TABELA 4.3: Teste de variância entre os índices analíticos de conforto PMV, $PMV_{NV}$ , $S_{XAVIER}$ e as sensações reais relatadas nos espaços 01 e 02.	77
TABELA 4.4: Correlações entre os índices analíticos de conforto PMV, $PMV_{NV}$ , $S_{XAVIER}$ e as sensações reais relatadas no Espaço 01.	78
TABELA 4.5: Correlações entre os índices analíticos de conforto PMV, $PMV_{NV}$ , $S_{XAVIER}$ e as sensações reais relatadas no Espaço 02.	82
TABELA 4.6: Correlações entre os índices analíticos de conforto PMV, $PMV_{NV}$ , $S_{XAVIER}$ e as sensações reais relatadas, considerando o sexo feminino.	86
TABELA 4.7: Correlações entre os índices analíticos de conforto PMV, $PMV_{NV}$ , $S_{XAVIER}$ e as sensações reais relatadas, considerando o sexo masculino.	89
TABELA 4.8: Estatística das análises efetuadas.	92
TABELA 4.9: Teste de significância do modelo de regressão.	93
TABELA 4.10: Teste de significância dos coeficientes parciais de regressão.	94

TABELA B.01: Medição realizada 20/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com ventilação natural.	108
TABELA B.02: Medição realizada 20/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com ventilação natural.	109
TABELA B.03: Medição realizada 21/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com ventilação natural.	110
TABELA B.04: Medição realizada 21/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com ventilação natural.	112
TABELA B.05: Medição realizada 22/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com ventilação natural.	113
TABELA B.06: Medição realizada 22/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com ventilação natural.	115
TABELA B.07: Medição realizada 23/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com ventilação natural.	116
TABELA B.08: Medição realizada 23/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com ventilação natural.	117
TABELA B.09: Medição realizada 26/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com ventilação natural.	119
TABELA B.10: Medição realizada 26/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com ventilação natural.	120
TABELA B.11: Medição realizada 28/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com ventilação natural.	122
TABELA B.12: Medição realizada 28/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com ventilação natural.	123
TABELA C.01: Medição realizada 20/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com condicionamento de ar.	125
TABELA C.02: Medição realizada 20/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com condicionamento de ar.	125
TABELA C.03: Medição realizada 21/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com condicionamento de ar.	126

TABELA	C.04: Medição realizada	21/8/2002.	Horário	15:00.	Ambiente	com
	condicionamento de ar.					126
TABELA	C.05: Medição realizada	22/8/2002.	Horário	9:30.	Ambiente	com
	condicionamento de ar.					126
TABELA	C.06: Medição realizada	22/8/2002.	Horário	15:00.	Ambiente	com
	condicionamento de ar.					127
TABELA	C.07: Medição realizada	23/8/2002.	Horário	9:30.	Ambiente	com
	condicionamento de ar.					127
TABELA	C.08: Medição realizada	23/8/2002.	Horário	15:00.	Ambiente	com
	condicionamento de ar.					128
TABELA	B.09: Medição realizada	26/8/2002.	Horário	9:30.	Ambiente	com
	condicionamento de ar.					128
TABELA	C.10: Medição realizada	26/8/2002.	Horário	15:00.	Ambiente	com
	condicionamento de ar.					128
TABELA	C.11: Medição realizada	28/8/2002.	Horário	9:30.	Ambiente	com
	condicionamento de ar.					129
TABELA	C.12: Medição realizada	28/8/2002.	Horário	15:00.	Ambiente	com
	condicionamento de ar.					129

## **Resumo**

Estudos de conforto térmico visam analisar e ou estabelecer condições que avaliem ou ajudem na concepção de um ambiente térmico adequado à ocupação humana e às atividades ali exercidas. As normas existentes a respeito, são baseadas em estudos realizados em câmaras climatizadas. Alguns autores apontam problemas quando são usados índices racionais para estimar o conforto térmico em estudos de campo.

O presente trabalho realizou estudo de campo em um edifício de escritórios na cidade de Maringá, noroeste do Paraná. Realizaram-se análises de correlação entre índices analíticos de conforto e as sensações relatadas pelos usuários dos ambientes pesquisados. Foram comparados os desempenhos do índice de conforto preconizados pela norma, o PMV, voto médio estimado, estabelecido por FANGER (1970); Com o índice estabelecido por XAVIER (1999) e o índice PMV ajustado por HUMPREYS & NICOL (2001). As comparações estabeleceram o índice, com melhor desempenho, para estimar as sensações de conforto neste caso específico. O PMV ajustado por HUMPREYS & NICOL (2001) explicou 75% das variações das sensações reais verificadas. O índice determinado por XAVIER (1999) explicou 74% destas variações, enquanto 64% das variações nas sensações reais verificadas são explicadas pelo modelo do PMV.

Foram realizadas comparações entre os diferentes sexos. A diferença das vestimentas entre o sexo feminino e o sexo masculino influenciou o grau de acerto dos índices analíticos. Para o sexo masculino, com maior isolamento térmico das vestimentas, o acerto foi menor enquanto para o sexo feminino, os índices analíticos de conforto se mostraram mais eficientes.

A temperatura externa coletada se mostrou, segundo este estudo, um bom parâmetro a ser adotado para estimar as sensações de conforto. Sendo que 75% das variações nas sensações reais verificadas são explicadas por esta variável.

## ***Abstract***

Studies about thermal comfort tend to analyse and or to establish conditions that will evaluate or help in the conception of a thermal environment adequated to human use and to the activities developed in there. The written rules regarding to this matter are based on studies done in air-conditioned chamber. Some authors point problems that appear when rational rates are used to estimate thermal comfort in research studies.

This paper developed its research study in an office building in the city of Maringá, a city located in the Northwest part of Paraná State. Analyses were made in co-relation between the comfort analytical rate and the sensations related by the users in the environment researched. The performance of the comfort rate were compared under what is established by the norms, the PMV – predicted mean vote, written by FANGER (1970) with the rates established by XAVIER (1999) and the PMV rates adjusted by HUMPREYS & NICOL (2001). The comparisons established the rate, with the best result, to estimate the comfort sensation in the specific area. The PMV adjusted by HUMPREYS & NICOL (2001) explained 75,20% of the variations of the real sensations that were verified. The rate determined by XAVIER (1999) explained 74,00% of those variations, while 63,55% of the variations in real sensations verified are explained by the PMV model.

Comparisons were made between both males and females. The differences in clothes worn by males and females determined the righteousness degree. For males, who were wearing outfits with higher thermal isolation, the righteousness was smaller, while females wearing less thermal isolation in the outfits, the analytical rates of comfort showed to be more efficient.

The outside temperature collected showed, according to this study, a good parameter to be adapted to estimate sensations of comfort. 75% of the variations in real sensations detected are explained by this variable.

## **1. INTRODUÇÃO**

Estudos de conforto térmico visam analisar e ou estabelecer condições que avaliem ou ajudem na concepção de um ambiente térmico adequado à ocupação humana e às atividades ali exercidas. Este estudo utiliza os preceitos ISO 7730 (1994), baseados no modelo do voto Médio Predito ou Estimado, o PMV de FANGER (1970), para avaliar as condições de conforto térmico em usuários de um edifício de escritórios. No caso, o edifício do poder executivo municipal da cidade de Maringá, Paraná.

Maringá, cidade pólo da micro-região homogênea 282 (Norte Novo do Paraná) situa-se em torno das coordenadas de 23° 25' de Latitude Sul e 51° 55' de Longitude Oeste de Greenwich, portanto próxima do Trópico de Capricórnio. Tem altitude média de 545 m sobre o nível do mar. De acordo com o critério de classificação de KÖEPEN, o clima regional é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes e inverno com geadas pouco freqüentes, tendo tendência de concentração das chuvas nos meses de verão e sem estação seca definida. A precipitação média anual encontra-se entre 1500 e 1600 mm e média da umidade relativa do ar, abaixo de 75%. A média anual da temperatura do ar atinge os valores de 20°C a 21°C, a média anual das temperaturas extremas são: para as máximas entre 27°C e 28°C; e para as mínimas entre os valores de 14°C e 15°C. Para PIETROBON (1999), o ano de 1991 pode ser utilizado como um ano climático de referência para a região de Maringá.

No aspecto urbanístico, Maringá é uma cidade planejada nos moldes ingleses de cidades jardim. Seu planejamento, inicialmente considerou todo o relevo existente, assim como as nascentes e cursos de rios e riachos. Avenidas principais foram situadas em cumeeiras de colinas e a vegetação natural foi mantida em fundos de vales. Nesta cidade a área verde equivale a 25,5 m<sup>2</sup> por habitante. As maiorias das avenidas e ruas apresentam intensa arborização, que mantém o aspecto agradável das ruas, em diferentes situações climáticas.

Em sua arquitetura, existem problemas de inadequações ao clima. Porém, problemas de adequações da arquitetura ao clima não são fatos exclusivos de Maringá. Segundo ARAÚJO (1987) os edifícios construídos no Brasil são inadequados do ponto de vista climático, e tal inadequação tem custo social incalculável. Por um lado, gerando profundo

desconforto térmico para o usuário e comprometendo, assim, sua saúde e sua disposição para as diversas atividades. Por outro lado, onerando gastos com instalações de equipamentos mecânicos, tais como: ventiladores, condicionadores de ar, etc. Contribuindo, assim, para o aumento no consumo de energia. Segundo EVANS (2001), nos países em desenvolvimento, as restrições econômicas afetam os investimentos de capital levando à baixa qualidade térmica das construções. Este autor considera que as condições de conforto são pré-requisitos e resultados do processo de desenvolvimento econômico.

Conforme HEIDARI & SHARPLES (2001), além dos edifícios possuírem grandes custos em consumo de energia, também contribuem, em países desenvolvidos, por aproximadamente 50% de todas as emissões de carbono na atmosfera.

Conforme NICOL & HUMPHREYS (2001), a definição do clima interno aceitável em um edifício é importante para o sucesso dele, não somente para fazê-lo confortável, mas também para decidir seu consumo de energia e garantir sua sustentabilidade.

Através destas considerações fica clara a importância do projeto de edifícios estabelecerem temperaturas internas mais adequadas ao clima possibilitando um fator mais aceitável em relação ao consumo de energia, à emissão de gases poluentes e às necessidades dos usuários, pois como ter um desempenho significativo no local de trabalho se o ambiente não é favorável?

Por outro lado, como o projetista pode conceber um ambiente confortável termicamente e adequado ao clima se desconhece a necessidade térmica dos usuários?

### ***1.1 – Justificativas:***

Estudos, realizados por NELSON et al (1987), analisaram em laboratório a produtividade de 144 pessoas. Os resultados mostraram que a produtividade é maior em um ambiente ligeiramente frio, sendo que os ocupantes se cansavam mais lentamente neste ambientes do que em um ambiente confortável ou quente. Segundo este autor um ambiente ligeiramente frio aumenta o vigor, a concentração aumentando ainda o bom humor.

Condições térmicas de conforto não somente estabelece maior produtividade como gera economia em energia. NICOL & JAMY (1994) em estudos realizados no Paquistão, estabeleceram novos parâmetros para graduar termostatos de ar condicionado gerando uma economia de 30% na energia consumida por ar condicionado. MILNE (1995), em estudos de campo analisou possibilidades de redução de consumo de energia em edifícios do Reino Unido. Este autor concluiu que poderia haver economia de 10% em edifícios com ar condicionado e 15% em edifícios naturalmente ventilados.

HOLMES & POMEROY (2001), descrevem que clientes conscientes em relação ao consumo de energia exigem cada vez mais que o projetista forneça informações relacionadas ao conforto. Os autores narram o caso do edifício Wiggins Teape em Basingstoke (UK) em que o cliente que antes ocupava um edifício condicionado pediu aos projetistas um anexo que fosse naturalmente ventilado e que estes demonstrassem se o edifício poderia alcançar conforto razoável para os ocupantes.

Normalmente utilizamos em estudos de conforto térmico, a zona de conforto proposta por GIVONI (1992), para países em desenvolvimento. Esta zona de conforto segundo XAVIER & LAMBERTS (2001), não considera as diferenças existentes no clima brasileiro, nem tampouco as condições de adaptação da população brasileira às diferentes regiões do país. Esta situação é resultado da falta de banco de dados nacionais sobre as condições de conforto térmico da população brasileira.

HUMPHREYS & NICOL (2001) ressaltam o uso crescente de ar condicionado em edifícios. Estes necessitam de grandes quantidades de energia, e contribuem para aumentar o dióxido de carbono na atmosfera e o conseqüente aquecimento global. Segundo estes autores, o uso desnecessário de ar condicionado chega ser um crime. Até que a eletricidade venha de fontes de energia renováveis, o ar condicionado deveria ser reservado para necessidades especiais ou ambientes extremos, mais do que serem usados para melhorar os efeitos de projetos climaticamente pobres.

## **1.2 – Objetivos:**

### **1.2.1 – Objetivo principal:**

Verificar se os índices analíticos de conforto térmico são representativos para as condições térmicas de usuários realizando atividade escriturarias, na cidade de Maringá. Estabelecendo assim, dentre os índices estudados, qual melhor se reproduz as sensações térmicas nesta situação específica.

### **1.2.2 – Objetivo específico:**

- Realizar análises comparativas entre voto de sensação térmica obtida pelas pesquisas de campo, e os determinados analiticamente, através do modelo do voto médio estimado, PMV da ISO 7730 (1994), pelo modelo encontrado por XAVIER (1999) e pelo método do PMV corrigido determinado por HUMPREYS & NICOL (2001).
- Comparar os votos de sensação térmica dos ocupantes em espaço condicionado com as sensações térmicas das pessoas inseridas no espaço naturalmente ventilado.

- Relacionar a temperatura externa ao ambiente com as sensações relatadas pelos usuários do ambiente naturalmente ventilado.

### ***1.3 - Estrutura do trabalho:***

Este trabalho apresenta, além da introdução aqui realizada, mais cinco capítulos e três anexos, completando assim os seus objetivos.

O capítulo dois a seguir, apresenta a revisão bibliográfica com os principais estudos e pesquisas de laboratório e de campo, juntamente com os problemas encontrados nos dois tipos de pesquisa. O enfoque abordou as considerações de autores diversos sobre a importância dos estudos de conforto térmico e sob quais os mesmos se verificam. O trabalho referenciou as linhas mais recentes de pesquisa sobre o assunto, sempre considerando as normas existentes para o conforto térmico.

No decorrer do capítulo três, é apresentada a metodologia utilizada para execução do trabalho. A mesma foi subdividida em duas fases. A primeira fase tratou da pesquisa de campo com coleta de dados através de medições das variáveis ambientais e aplicação de questionários aos usuários. Na segunda fase foram determinados os índices de conforto e o tratamento estatístico dos dados obtidos. Aqui são esclarecidas as características de equipamentos e as técnicas realizadas durante as medições. Neste capítulo é explicitado o modelo de tratamento estatístico dos dados obtidos.

Dentro do capítulo quatro, são demonstrados os resultados e discussões obtidas pela pesquisa. A abordagem analítica deste capítulo está subdividida em 4 seções: validação e estudos estatísticos descritivos efetuados sobre as variáveis; análises comparativas entre resultados obtidos em campo, com três modelos distintos de conforto, através de análises de correlação; Comparações diferenciadas entre sexos para os índices analíticos

de conforto ( $PMV$ ,  $PMV_{NV}$  e  $S_{XAVIER}$ ) e as sensações relatadas; Análise da possibilidade da utilização da temperatura externa como índice de conforto.

O capítulo 5 descreve as conclusões obtidas na pesquisa e nos resultados, e sugestões para futuros trabalhos, sendo que o capítulo 6 apresenta as referências bibliográficas citadas neste trabalho.

Os anexos A, B, e C estão o modelo de questionário aplicado aos usuários, para obtenção das respostas subjetivas, juntamente com todos os dados obtidos nas medições realizadas no presente trabalho.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Os estudos em conforto térmico tiveram grande impulso através de experimentos realizados por FANGER (1970), na Dinamarca. Este autor realizou estudos em câmaras climatizadas onde o ambiente era totalmente controlado pelo pesquisador, assim como as atividades exercidas pelos indivíduos estudados, avaliando pessoas de diferentes nacionalidades, idade e sexo. Através destes estudos, o autor enunciou sua teoria referente à determinação da sensação de conforto térmico, conhecida como Modelo do PMV, com uma abordagem analítica sustentada pela teoria de trocas térmicas e balanço do calor entre o corpo humano e o ambiente.

O ser humano é um animal homeotérmico, a temperatura do seu organismo tende permanecer constante, qualquer que seja a condição climática gerando sensibilidade às variações climáticas. O modelo do PMV tenta traduzir para um valor numérico a sensibilidade humana ao frio e ao calor.

Estes estudos envolveram 1300 pessoas, e permitiram estabelecer uma relação entre o resultado do balanço energético do corpo e a tendência para o conforto ou para a insatisfação.

A metodologia desenvolvida por FANGER (1970), consiste nos seguintes pontos:

- a. Parâmetros: quantificam-se parâmetros individuais e ambientais das pessoas e do ambiente;
- b. Equação de conforto: substituem-se estes valores na equação de conforto térmico para determinação do termo associado à acumulação energética no corpo;
- c. PMV: com base no valor da acumulação energética no corpo e no metabolismo determina-se o valor de PMV (Voto médio predito ou estimado) através de uma correlação. O PMV não é mais do que uma escala quantitativa da sensação de calor e de frio;
- d. Insatisfação: a percentagem de pessoas insatisfeitas termicamente, PPD, é determinada com base no valor de PMV através de uma correlação.

Segundo o autor, o conforto térmico considera as variáveis físicas ou ambientais e as variáveis pessoais e subjetivas. Para as variáveis físicas os parâmetros térmicos considerados são:

- Temperatura do ar;
- Umidade do ar;
- Velocidade relativa do ar, ou seja, velocidade do ar em relação ao indivíduo;
- Temperatura média radiante.

As variáveis pessoais ou subjetivas envolvidas na análise são:

- Vestimenta trajada pelo indivíduo;
- O metabolismo do indivíduo, em função da atividade exercida.

A partir dos estudos de FANGER (1970), que os conceitos referentes ao conforto térmico foram embasados.

### ***2.1 - Relação entre a temperatura externa média, a temperatura neutra e a temperatura interna:***

A temperatura neutra também denominada como temperatura operativa de conforto ou ainda temperatura interna de conforto, é aquela que combinada com outros parâmetros físicos e pessoais, fornece um PMV igual a 0, fornecendo uma condição de neutralidade térmica à pessoa e sendo nula a carga térmica atuando sobre o corpo. Esta denominação é encontrada na ISO 7730 (1994).

Alguns pesquisadores trabalharam a relação das diversas temperaturas envolvidas com o conforto produzindo relações entre alguns dados. HUMPHREYS (1976) relacionou a temperatura neutra com a temperatura interna média através da equação 2.1. Este autor observou que a aclimação do indivíduo afetava a temperatura neutra estimada, concluindo assim que os índices de conforto variavam conforme a região onde era realizado tal estudo. Em 1978 o mesmo autor demonstrou a forte relação existente entre a temperatura externa e o conforto interno com a equação de regressão 2.2 destinada aos edifícios com ventilação natural. Esta equação foi denominada de modelo adaptativo.

$$T_n = 0.831 T_i + 2.6 \quad [2.1].$$

$$T_c = 11.9 + 0.534 T_{om} \quad [2.2].$$

Onde:

$T_n$  = Temperatura neutra;

$T_i$  = Temperatura interna média;

$T_c$  = Temperatura de conforto;

$T_{om}$  = Temperatura externa média.

AULICIENS & de DEAR (1986) desenvolveram duas equações. Uma que expressou o conforto como uma função da temperatura interna média 2.3 e outra que relacionava a temperatura externa com a temperatura de conforto 2.4.

$$T_n = 0.73 T_i + 5.41 \quad [2.3].$$

$$T_c = 17.6 + 0.31 T_{om} \quad [2.4].$$

HEIDARI & SHARPLES (2001) em estudos de longo e curto período realizados em Ilam no Irã formularam quatro equações de regressão. A primeira equação 2.5 relacionava a temperatura neutra com a temperatura interna para pesquisas de curto período a mesma relação foi realizada para pesquisas de longo período estabelecendo a segunda equação 2.6. Dados de curto período no Irã estabeleceram a terceira equação 2.7, esta relacionava a temperatura externa com o conforto interno e obteve estreita semelhança com a equação de AULICIENS & de DEAR (1986). Estudos de longo período em Ilam produziram a equação de regressão 2.8 derivada das temperaturas externas médias e temperaturas neutras.

$$T_n = 0.68 T_i + 7.42 \quad [2.5].$$

$$T_n = 0.76 T_i + 5.54 \quad [2.6].$$

$$T_c = 17.3 + 0.36 T_{om} \quad [2.7].$$

$$T_c = 18.1 + 0.292 T_{om} \quad [2.8].$$

As equações aqui representadas são para edifícios com ventilação natural sem sistema mecânico de ar condicionado e sugerem que a temperatura do ar sozinha é um bom indicador de conforto térmico.

HEIDARI & SHARPLES (2001) concluíram que o papel do conforto térmico no projeto dos edifícios podem reduzir a necessidade de ar condicionado e aumentar as possibilidades para alcançar o conforto usando técnicas simples de resfriamento.

## ***2.2 - Aplicabilidade de índices de conforto em ambientes térmicos:***

Os índices PMV e PPD têm sido extensivamente investigados. Estudos de laboratórios têm muitas vezes dado suporte para a validação da ISO 7730 (1994), enquanto estudos de campo estabeleceram certas discrepâncias. As dificuldades para avaliar o calor metabólico e o isolamento das roupas em situações reais promovem discussões sobre a sensibilidade do método para estimar destas variáveis.

Estudos realizados no Reino Unido por OSELAND (1994) compararam os votos de sensação térmica em pessoas que foram submetidas a observações em câmaras climatizadas, em suas residências e em seu ambiente de trabalho. As pessoas submetidas a esta pesquisa estavam sempre realizando as mesmas atividades e usando o mesmo tipo de vestimentas. A temperatura de conforto estabelecida na residência chegou em torno de 2,2 K mais baixa do que na câmara climatizada, e o ambiente de trabalho ficou inferior 0,7 K em relação à câmara climatizada.

Considerar a taxa metabólica como constante poderá invalidar os resultados obtidos, conclui ONG (1995). Este autor considerou as diferenças existentes entre os diversos grupos, as diferenças na tipologia do espaço estudado e a maneira de desenvolver a atividades no espaço estudado. Para o autor, a alimentação pode interferir no metabolismo basal influenciando na sensibilidade para a temperatura, bem como a taxa de gordura, a regularidade de exercícios feitos pelo indivíduo. BAKER & STANDEVEN (1995) sugerem que a taxa metabólica varia também com a temperatura.

HUMPHREYS & NICOL (1996), apontaram incorreções no modelo PMV, e sugeriram uma revisão no índice de PMV baseado na temperatura da pele e na taxa de secreção de suor correspondente a vários pontos na escala sensorial determinada por pontos sete na ASHRAE (1997) e na ISO 10551 (1995), para uma grande faixa de taxas metabólicas por atividades desempenhadas. Sugeriram dessa forma a possibilidade de se introduzir um coeficiente (decremento) para ponderar a temperatura média da pele, de modo que o balanço térmico seja restabelecido. Outro autor que questionou a precisão da taxa metabólica foi TAFFÉ (1997). Segundo ele, para indivíduos realizando a mesma atividade os valores na taxa metabólica, se fossem medidas com precisão, seriam valores diferentes.

GIVONI (1998) acreditou que problemas na equação do PMV resultaram porque o efeito da velocidade do ar é tomado em conta somente com respeito à troca de calor por convecção, enquanto seu efeito na evaporação do suor não está incluído na fórmula do balanço de calor.

DE DEAR & BRAGER (1998) concluíram que o PMV possui um bom desempenho para prever a temperatura operativa preferida em prédios com ar condicionado, porém este índice tende a superestimar as sensações subjetivas de calor de pessoas em prédios com ventilação natural.

Partindo da pressuposição teórica consagrada do balanço térmico entre o homem e o ambiente, XAVIER (1999) procurou minimizar do modelo, os principais pontos de

imprecisões já conhecidos dos estudos de conforto térmico, ou seja, taxa metabólica e isolamento térmico das roupas.

O autor considerou que a minimização dos efeitos de imprecisões, provenientes dos valores tabelados da taxa metabólica, foi possível devido à atividade desempenhada pelo os ocupantes permanecer constante. Sendo considerada uma variável independente sobre as sensações de conforto.

Com relação ao isolamento térmico das roupas, o pesquisador obteve duas conclusões. Inicialmente, constatou-se que, por não serem padronizadas e não apresentarem o mesmo isolamento térmico, as roupas denotam uma clara demonstração das diferenças individuais e servem como um mecanismo de adaptação às condições externas. Em segundo lugar, o autor conclui que o isolamento térmico não se apresenta como uma variável independente no processo do balanço térmico, mas sim como uma variável dependente do meio externo, mais notadamente da temperatura. A partir destas conclusões foi realizada análise de regressão simples, linear, entre a temperatura operativa e o isolamento térmico das vestimentas. A análise mostrou que mais de 84% da variação do isolamento térmico das vestimentas são explicados pela variação da temperatura operativa. Naquele estudo, a temperatura operativa é resultado da média aritmética entre a temperatura do ar e a temperatura média radiante. Sendo os valores destas duas variáveis muito próximos, situação muito comum neste tipo de caso analisado, por não existir fontes ou superfícies geradoras de calor radiante atuando sobre as pessoas. Assim, o autor optou por trabalhar com apenas uma variável ao invés de duas.

Realizando análise de regressão múltipla das variáveis independentes sobre a variável dependente, o autor obteve a expressão da sensação predita de conforto térmico, conforme a equação [2.9].

$$S_p = 0,2141 \cdot T_{op} + 0,0114 \cdot UR - 0,1685 \cdot V_{ar} - 5,7114 \quad [2.9].$$

Onde:

$S_p$  = Sensação predita de conforto térmico;

$T_{op}$  = Temperatura operativa, em C;

UR = Umidade relativa do ar, em %;

$V_{ar}$  = Velocidade relativa do ar, em m/s.

Realizando teste de hipótese para os parâmetros de regressão, o autor constatou que a velocidade do ar poderia ser retirada do modelo de regressão. A coleta de dados foi realizada em ambientes internos, desprovidos de condicionamento de ar ou circulação forçada do ar. Os valores encontrados da velocidade absoluta do ar foram bastante baixos, em torno de 0,05 m/s. As oscilações existentes na velocidade do ar, não acrescentaram variações significativas às respostas de sensações térmicas das pessoas. Assim o pesquisador refez a análise de regressão múltipla obtendo a seguinte equação [2.10]:

$$S_p = 0,2132.T_{op} + 0,0114.UR - 5,7041 \quad [2.10].$$

Este algoritmo, segundo o autor, melhor representou as sensações de conforto térmico de estudantes de 2º grau, desempenhando atividades escolares, em edifício não condicionado.

EALIWA et al (2001), realizaram estudos de campo coletando dados em 51 edifícios situados em Ghadames, Líbia. O levantamento foi empreendido durante as estações de verão de 1997 e 1998, os quais foram típicos do clima quente e seco do norte da África. Este estudo concluiu que o modelo do PMV na forma da ISO 7730 (1994), não pode ser utilizado, sem algumas alterações, para prever o conforto térmico de ocupantes residentes em edifícios antigos que são naturalmente ventilados. Porém as normas da ISO 7730 (1994) podem ser utilizadas, sem nenhuma restrição, em medições de conforto térmico em ocupantes de edifícios que utilizam ar condicionado.

EVANS (2001), em seus estudos sobre os padrões nacionais de conforto térmico na Argentina, observou que estes são claramente baseados nos padrões norte-europeus com

clima frio, os padrões argentinos não consideram a necessidade de definir temperaturas separadas e mais altas para as condições de verão e ou por regiões. A generalização dos padrões de conforto para este autor não assegura o conforto térmico na prática.

Realizando comparações entre o PMV e o voto de sensações reais para a cidade de Ilam, situada no Irã, HEIDARI & SHARPLES (2001) concluíram que as pessoas de Ilam podiam aceitar temperaturas internas do ar mais altas do que as recomendadas pelos padrões internacionais, como a ISO 7730 (1994). Os autores também encontraram uma boa relação entre a temperatura neutra e a externa.

Considerando os erros de medições, PARSONS (2001) colocou as dificuldades nas medições da taxa metabólica em situações reais. Mesmo utilizando a calorimetria indireta na realização desta tarefa, à interferência do equipamento sobre atividade da pessoa não é considerada. Outras variantes como calibração, vazamentos do CO<sub>2</sub> no equipamento durante a coleta, podem afetar profundamente a estimativa. O autor coloca a necessidade de correção das tabelas existentes na ISO 7730(1994), ASHRAE (1997) e ISO 9920 (1995). Estas avaliam o homem médio, não considerando população ou indivíduos específicos. Este pesquisador concluiu que não é possível, em aplicação prática, obter uma estimativa precisa da produção de calor metabólico. Mesmo com estas dificuldades, é salientado aos pesquisadores que utilizam índices de conforto térmico, aceitarem que isso é o melhor que pode ser feito na estimativa de calor metabólico. Sendo a estimativa tão precisa quanto pode ser atingida.

Outra questão de difícil análise através de medições se trata do isolamento das roupas. MCCULLOUGH (2001), destacou que, a resistência evaporativa das roupas e seus efeitos no balanço de calor do corpo e do conforto térmico, são assumidas a serem aqueles associadas às roupas permeáveis, não sendo mencionado na ASHRAE 55 (1992) e na ISO 7730 (1994) roupas com alto grau de impermeabilização. Para a autora as roupas de trabalho e de proteção são confeccionadas de materiais, os quais as resistências evaporativas variam amplamente e tem pouca relação com o isolamento do tecido. Alguns tipos de tecidos são virtualmente impermeáveis a passagem de água. Segundo esta autora,

isto se torna um grande problema, particularmente quando modelos estão estimando o conforto de pessoas trabalhando a altos níveis de atividades ou em ambientes quentes, onde a transpiração é o meio primário de resfriamento evaporativo.

Segundo NICOL & HUMPHREYS (2001), em um edifício ventilado naturalmente, o clima interno esta relacionada às condições externas de clima e temperatura. Quando o edifício está sendo aquecido ou resfriado, a relação muda porque o clima interno é desassociado do externo. Ainda segundo estes autores, apesar de somente a temperatura externa ser usada para calcular a temperatura de conforto, esta é claramente uma função de mais de uma variável relacionada à predição de conforto térmico.

Se existem discrepâncias na predição do voto médio porque elas existem? Tentando responder esta pergunta HUMPHREYS & NICOL (2001) analisaram banco de dados gerados em pesquisas de conforto térmico somando-se os banco de dados da ASHRAE, concluíram que o desvio padrão das discrepâncias cresce potencialmente por três fatores: diferenças individuais; erros de medição e erros de equação. Segundo estes autores o PMV produz predições que são variáveis com: a temperatura operativa, umidade do ar, movimento do ar, isolamento das roupas, taxa metabólica e também com a temperatura externa. As amplitudes destas variáveis são muito mais estreitas que as dadas pela ISO 7730 (1994). O PMV superestima o calor em ambientes quentes e o frio em ambientes frios. Os autores então construíram um modelo estatístico para estimar a variação em termos das variáveis contribuintes do PMV. Assim eles introduziram as seguintes variáveis em uma equação de regressão:

- Temperatura operativa;
- Umidade relativa;
- Raiz quadrada da velocidade do ar;
- Isolamento das roupas;
- Taxa metabólica;
- O produto do isolamento das roupas com a taxa metabólica;
- A temperatura média externa juntamente com o seu quadrado.

Com o ajuste da equação, foram estabelecidos valores que relacionados com as variáveis, citadas acima, determinam a equação representada por  $D_{(pmv-ashrae)}$ . Para os autores as equações 2.11 e 2.12 que se seguem aumentam a precisão do PMV. As variações de todas as variáveis contribuintes foram reduzidas e as amplitudes de validação estendidas.

$$D_{(pmv-ashrae)} = -4,03 + 0,0949T_{op} + 0,00584(RH\%) + 1,201(MET * Clo) + 0,000838.T_{out}^2 \quad [2.11].$$

Os valores calculados do PMV foram ajustados pelas quantidades indicadas pela equação, e o resultado calibrado contra os votos ASHRAE. Isso produziu um PMV revisado.

$$PMV_{novo} = 0.80(PMV - D_{(pmv-ashrae)}) \quad [2.12].$$

Onde:

$D_{(pmv-ashrae)}$  = Valores, encontrados nos arquivos da ASHRAE, ajustados pela equação de regressão;

$T_{op}$  = Temperatura operativa;

RH = Umidade relativa, expressa em porcentagem;

MET = Taxa metabólica;

Clo = Isolamento das roupas;

$T_{out}$  = Temperatura média externa;

$PMV_{novo}$  = Valores do PMV revisado;

PMV = Voto médio estimado.

HUMPHREYS & NICOL (2001) justificaram a intenção de não apresentarem um novo índice, mas sim realizarem um aperfeiçoamento do PMV. Apesar dos autores realizarem esta correção eles consideraram que o PMV é de uma classe de índice bem mais racional que empírica, e o método mais apropriado para revisá-lo seria aperfeiçoar suas construções psico-físicas e psicológicas do que realizar ajustes empíricos e estatísticos.

FANGER & TOFTUM (2002) recentemente concluíram que o modelo PMV é satisfatório para prever as sensações térmicas em edifícios com sistemas de ar condicionado, porém

em campos de estudo em clima quente em edifícios sem ar condicionado, mostraram que ele prediz sensações térmicas mais quentes do que os ocupantes realmente sentem. Os autores consideraram que para estes edifícios sem ar condicionado o modelo adaptável pode refletir melhor a situação térmica do ambiente. Este modelo baseia-se em uma equação de regressão que relaciona a temperatura neutra interna à média mensal da temperatura externa. Assim para tal modelo foi considerada apenas uma variável que é a temperatura média mensal, que na sua máxima tem impacto indireto no balanço de calor humano. Estes autores consideraram que o modelo adaptável possui uma fraqueza, a de não incluir roupas ou atividades humanas ou os quatro parâmetros térmicos clássicos, tendo estes impactos sobre o balanço do calor humano e conseqüentemente sobre a sensação térmica.

OLESEN & PARSONS (2002) consideraram que as interpretações de resultados frequentemente envolveram discussões sobre a sensibilidade do método para estimar as variáveis. Para os autores as variáveis como: o calor metabólico e o isolamento das roupas são difíceis de estimar em situações práticas. Neste estudo os autores concordaram que para prédios aquecidos e condicionados os índices PMV e PPD são aplicáveis. Para edifícios naturalmente ventilados em clima quente os índices não consideram a adaptação adicional da pessoa, que não pode ser explicada somente como adaptação de comportamento, como as mudanças de roupa ou velocidade do ar. Os autores não chegaram a uma conclusão, mas sugeriram que pode ser devido à adaptação da atividade metabólica, que é muito difícil de ser medida com precisão ou, mais provavelmente, devido à adaptação psicológica ao ambiente através de controles pessoais que podem ser desde a troca de roupas até a abertura de janelas. Estes parâmetros podem aumentar o nível de aceitação humana ao ambiente térmico.

### ***2.3 - Adaptabilidade humana ao ambiente térmico:***

A equação do PMV considera a transferência de calor em regime permanente, este estado raramente ocorre na vida cotidiana. NICOL & HUMPHREYS (1998), sugeriram que as pessoas não são receptoras passivas do seu ambiente térmico. Elas alteram ou adaptam seu ambiente para se satisfazerem e se uma situação produz mudanças em seu ambiente gerando desconforto, estas pessoas tenderão a agir para restaurar o seu conforto. Os mesmos autores em 2001 afirmaram que a vida diária pode ser mais bem descrita como um estado de equilíbrio térmico dinâmico e a cada minuto pode haver um erro no PMV que surge do estado térmico variável do corpo humano. Para os autores, as variáveis envolvidas possuem uma amplitude de aplicação mais restrita do que a sugerida pela ISO 7730 (1994) e que estas variáveis não são necessariamente independentes. A temperatura operativa é correlacionada ao isolamento das roupas e também ao movimento do ar. Estas variáveis se enquadram nas formas de adaptação humana através de controles pessoais.

Considerando a ação para manter-se em conforto HEIDARI & SHARPLES (2001) em pesquisas realizadas no Irã, constataram esta tendência do ser humano de adaptação ao ambiente. Em suas pesquisas haviam dois grupos de pesquisados. Os primeiros indivíduos eram restritos a estar sentados em uma cadeira, e tinham o valor médio de temperatura neutra em torno de  $26,7^{\circ}\text{C}$ , para o período de junho a agosto. Já os segundos eram habitantes residenciais livres para se movimentar e sentar onde quisessem, e podiam inclusive sentar-se ao chão frio. Os autores acreditaram que talvez isto explicasse porque a temperatura neutra para estes indivíduos era mais alta, em torno de  $28,4^{\circ}\text{C}$ . Os resultados deste estudo de campo demonstraram ainda que pessoas utilizaram as mudanças nos níveis das roupas para tentarem alcançar o conforto. Em relação aos níveis de isolamento térmico através das vestimentas LEUNG & YIK (2001) em seus estudos em câmaras climatizadas notaram que as pessoas preferiram colocar mais roupas, quando sentem frio, a aumentarem a temperatura interna estabelecida. A falta do hábito de regular a temperatura interna do ambiente desconsiderou a otimização dos equipamentos de controle de térmico do ambiente, pois o mesmo é sempre mantido em uma faixa restrita de temperatura. Não havendo assim uma eficiência no equipamento.

Um estudo considerando as quatro estações do ano realizado em 5 cidades da Tunísia verificou a adaptabilidade humana ao ambiente térmico. BOUDEN & GHRAB (2001) notaram que apesar das condições ambientais serem similares na primavera e no outono, as temperaturas quentes eram mais aceitas como confortáveis no outono que na primavera. Para os autores esta observação pode ser explicada por dois fatores. O primeiro considera que as pessoas estão acostumadas com altas temperaturas, depois de terem experimentado três meses de verão. O segundo fator relaciona que durante o outono, o valor das resistências térmicas das roupas das pessoas é mais baixo que na primavera, durante a qual, as pessoas ainda estão utilizando roupas pesadas.

XAVIER & LAMBERTS (2001), em pesquisas realizadas com pessoas em atividades sedentárias na cidade Florianópolis, sul do Brasil. Concluíram que as mesmas são mais sensíveis à variação de temperatura. Existindo uma maior tolerância em relação à alta umidade e uma sensibilidade para situação com baixa umidade.

Para FANGER & TOFTUM (2002), um dos fatores que explicam porque o PMV superestima a sensação térmica das pessoas, situadas em ambientes naturalmente ventilados em regiões quentes, é a própria expectativa dos ocupantes. Estes são pessoas adaptadas em ambientes quentes, talvez por gerações. Para o autor estas pessoas consideram um dado ambiente quente como menos severo. Este mesmo ambiente pode ser considerado inaceitável para pessoas que estão acostumadas em ambientes condicionados. Outro fator citado por estes autores, é a atividade estimada. Esta contribuiu para a diferença entre o PMV calculado e o voto de sensação térmica atual, em edifícios sem ar condicionado. Segundo eles, muitos campos de estudo em escritórios, a taxa metabólica é estimada com base em um questionário que identifica a porcentagem de tempo que a pessoa estava sedentária, em pé ou andando. Este método não considera o fato de que as pessoas, quando sentem calor, inconscientemente tendem a diminuir suas atividades. As pessoas se adaptam ao ambiente quente diminuindo sua taxa metabólica. Os referidos autores, não acreditam que a climatização fisiológica exerça alguma influência nas discrepâncias do PMV. Os autores questionam sugestões que explicam discrepâncias, através da utilização de janelas

que possam ser abertas pelos usuários, em edifícios naturalmente ventilados. Fornecendo assim, níveis mais altos de controle pessoal do que os existentes em edifícios condicionados. A janela fornecerá em alguns casos, se aberta, controle da temperatura e do movimento de ar, porém isto se explica somente para as pessoas que trabalham perto das janelas, não envolvendo as pessoas que trabalham longe delas. É colocado o obstáculo do barulho do tráfego que torna muitas vezes quase impossível a abertura das janelas. Para os autores, um ar condicionado com controle termostático próprio em cada espaço fornece um melhor controle perceptível que as janelas, podendo, estas serem abertas.

Considerando ambientes quentes, a velocidade do ar pode trazer benefícios para o conforto. OLESEN & PARSONS (2002), revelaram que, se os ocupantes podem selecionar sua própria velocidade do ar, tanto por ventiladores como por aberturas de janelas, valores mais altos de temperaturas são aceitos. Para estes autores a velocidade do ar não é o único ponto de melhora no conforto e ou na tolerância a ambientes térmicos. Os referidos autores observaram aumento de aproximadamente 1,5 K na temperatura de conforto, tendo uma temperatura externa de 30°C. Para estes pesquisadores a percepção de um ocupante do edifício em relação ao clima interno, em um dado momento, pode ser influenciada pelo que ele ou ela esperam achar naquele interior.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

A avaliação nas condições de conforto térmico em usuários de um edifício de escritórios realizando atividades sedentárias, foi elaborada em duas etapas:

- A primeira a ser realizada foi a pesquisa de campo. Esta corresponde a medições das variáveis ambientais e aplicação de questionário aos usuários. Para tanto, foram adotados critérios de medição da norma ISO DIS 7726 (1998) “Thermal environments – Instruments and methods for measuring physical quantities”, que especifica as características mínimas de equipamentos para medição das quantidades termo-físicas que caracterizam um ambiente e os métodos para medir estas quantidades.
- Na segunda etapa foram determinados índices de conforto e o tratamento estatístico dos dados obtidos. Os índices de conforto foram determinados segundo a ISO 7730 (1994) “Moderate thermal environments – determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort”, baseados em estudos de FANGER (1970).

### ***3.1 - Primeira etapa: pesquisas de campo:***

Segundos estudos de FANGER (1970) que trata das bases fisiológicas de conforto térmico, os dados sobre conforto de determinada população podem ser obtidos analiticamente através de parâmetros ambientais e pessoais.

#### **3.1.1 - Parâmetros ambientais e psicofisiológicos:**

As variáveis condicionantes da sensação de conforto térmico dependem das condições ambientais e comportamentais do usuário. As variáveis ambientais atuam no mecanismo de troca de calor entre o corpo e o meio ambiente, que pode ser através de convecção, radiação, evaporação ou por condução. As variáveis fisiológicas e psicológicas dependem individualmente de cada pessoa e participam no processo de geração de calor pelo organismo oferecendo resistência à troca desse calor com o meio. Outros fatores levados

em consideração pelo presente trabalho são os parâmetros subjetivos relacionados ao conforto térmicos.

Assim temos os parâmetros ambientais que foram analisados pelo presente trabalho:

- Temperatura do ar;
- Temperatura radiante média do ambiente;
- Velocidade relativa do ar;
- Umidade relativa do ar ou pressão parcial do vapor de água no ar ambiente.

Além dos parâmetros ambientais, existem as variáveis que dependem do indivíduo:

- Atividade mecânica associada à produção de energia no interior do organismo;
- Resistência térmica da vestimenta.

A inter-relação destas variáveis produz a sensação térmica no indivíduo. Assim sendo, os parâmetros subjetivos ou pessoais foram confrontados com os índices analíticos.

### **3.1.2 - Objetos de estudo: campo de pesquisa e amostragens:**

O presente trabalho reuniu dados para obter índices de conforto térmico em usuários de edifício de escritórios em atividades sedentárias, segundo os critérios estabelecidos pela ISO 7730/94. Para alcançar este objetivo foram analisadas amostras colhidas durante os meses de julho e agosto de 2002. Durante o mês de julho foram realizadas as medições preliminares. As medições que coletaram os dados para pesquisa, foram realizadas durante 6 dias do mês de agosto, em dois horários distintos, as 9h30 min e as 15h. Apesar das medições serem realizadas em período de inverno, as temperaturas variaram entre 22,43 °C e 30,80 °C, ou seja, temperaturas amenas com tendência para o calor.

As pesquisas foram realizadas no terceiro pavimento do edifício do poder executivo do município de Maringá. Neste pavimento foram colhidas amostras em dois ambientes distintos: o primeiro ambiente com ventilação natural sem sistemas de condicionamento de

ar denominado Espaço 01. O segundo ambiente possuindo sistema de condicionamento de ar e foi denominado Espaço 02.

A delimitação deste ambiente baseou-se na experiência de trabalho obtido neste edifício, onde foi constatado o baixo desempenho térmico da edificação. Observou-se que o prédio da Prefeitura Municipal de Maringá foi projetado sem considerar o clima e a relação com o bem estar dos usuários. O terceiro andar foi escolhido por se tratar do pavimento com situação mais crítica em relação ao conforto térmico. Lá se encontram quatro Secretárias, a escolhida para ser realizada a coleta de dados foi a Secretária de Desenvolvimento Urbano e Habitação – SEDUH. A escolha desta Secretária se deu por ela possuir dois ambientes que embora distintos em relação à sua característica térmica (um com condicionamento de ar e outro sem mecanismo de condicionamento de ar) possuem atividades que se assemelham e se relacionam. No Espaço 01 são realizadas análises de projetos a serem aprovados pela Prefeitura, juntamente neste espaço existe o setor responsável por habitações populares. No ambiente condicionado, Espaço 02, encontra-se o setor onde são realizados os projetos arquitetônicos e urbanos vinculados e de responsabilidade do poder público municipal.

De acordo com o número de funcionários que se encontravam nos espaços nos dias de medição exercendo atividades sedentárias, e pelo número de vezes que as medições ambientais foram realizadas e questionários aplicados, foi obtido no final das pesquisas:

- 144 conjuntos de dados ambientais;
- 596 conjuntos de dados coletados através de questionários aplicados;
- 567 conjuntos de dados válidos, ou seja, 95,13% do total;

Do total de dados válidos 481 são referentes aos dados coletados através de questionários em ambientes com ventilação natural e apenas 86 foram de dados coletados no ambiente com condicionamento de ar. Em relação ao ambiente com ventilação natural, 55,09% dos pesquisados são do sexo feminino e 44,91% são do sexo masculino com idades variando

entre 16 e 55 anos. Para o ambiente com ar condicionado, 51,16% são do sexo feminino e 48,84% do sexo masculino.

Como sendo a intenção deste trabalho determinar índices de conforto em uma situação real para edifícios de escritórios coleta de dados abrangeu os vários níveis de idade, função, escolaridade e camadas sociais. Não havendo assim nenhuma pré-seleção dos indivíduos nesse aspecto.

Os questionários que continham respostas negativas quanto ao estado de saúde foram descartados da amostragem. Assim um indivíduo com gripe, resfriado, febre ou qualquer outro estado patológico, poderiam ter suas sensações e preferências térmicas alteradas causando algum tipo de distorção na amostragem. Assim a pesquisa tentou chegar mais próximo possível do cotidiano dos funcionários deste edifício.

### **3.1.3 - Materiais:**

A norma ISO 7726 (1998) determina precisões das medições, acuracidade (requerida e desejada) e o tempo de resposta dos sensores para cada tipo de parâmetro físico básico e derivado. Também são determinadas posições nas quais devem ser executadas as medições bem como os coeficientes de ponderação a serem usados para determinação do valor médio, de acordo com o tipo do ambiente considerado e a classe das especificações da medição, ver tabela 01. Quando não há possibilidades de interromper as atividades que estão sendo executadas, a fim de situar os sensores em posições exatas segundo a norma, estes deverão ser dispostos onde trocas térmicas sejam mais ou menos semelhantes às que a pessoa está sujeita.

**Tabela 3.1** – Posições de medições para variáveis físicas de um ambiente.

Posição do sensor	Coeficientes ponderados para os cálculos das variáveis				Alturas recomendadas	
	Ambientes homogêneos		Ambientes heterogêneos		Sentado	Em pé
	Classe C	Classe S	Classe C	Classe S		
Nível da cabeça			1	1	1,1 m.	1,7 m.
Nível do abdômen	1	1	1	2	0,6 m.	1,1 m.
Nível do tornozelo			1	1	0,1 m.	0,1 m.

Fonte: International Standard ISO 7726 (1996).

Foram utilizados na pesquisas equipamentos para medições de variáveis ambientais e questionários para coleta de variáveis pessoais e parâmetros subjetivos.

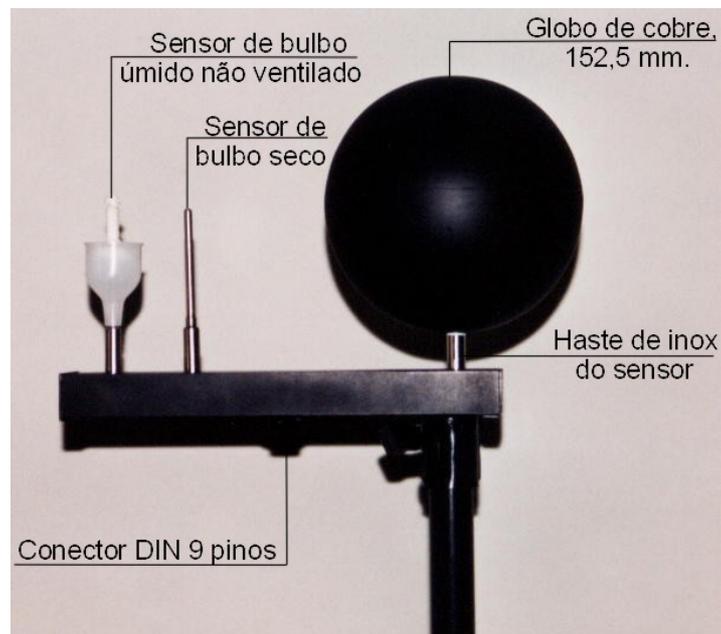
### 3.1.3.1 - Termômetro de globo:

Segundo a ISO 7726 (1998) a radiação de um ambiente é um dos principais fatores de desconforto térmico. A incorreção na temperatura radiante média pode levar a grandes erros na verificação global do estado de conforto térmico. A norma então recomenda algumas precauções que deverão ser tomadas durante as medições. Estas precauções referem-se primeiramente a um ambiente que apresenta emissão de radiação não homogênea em relação à pessoa. Neste caso a necessidade de utilização de três termômetros de globo, localizados em níveis diferentes em relação à pessoa, ver tabela 3.1. A temperatura média radiante final será a média ponderada das três leituras. Outra situação é relacionada ao tempo de resposta do termômetro de globo, como este tempo de resposta é de aproximadamente 15 a 30 minutos, para ambientes que variam de temperatura, radiação e velocidade do ar muito rapidamente este tipo de termômetro não é indicado devido sua alta inércia térmica.

Como a precisão da medição da temperatura média radiante é susceptível às precisões dos outros parâmetros ambientais medidos, deve ser efetuada uma checagem a cada medição, a fim de verificar se os parâmetros possuem precisões dentro do limite da norma.

Outro caso que devemos citar é a exposição do termômetro de globo à radiação de ondas curtas. Neste caso a pintura no globo deve apresentar a mesma absorvância para ondas que a superfície das roupas. Outra alternativa é calcular a temperatura média radiante levando em conta a absorvância da roupa utilizada pela pessoa. No caso de determinação do IBTUG, o globo, mesmo em presença do sol, deve ser mantido com a pintura negra.

O termômetro de globo, conforme os padrões determinados pela ISO 7726 (1998), realiza a leitura da temperatura de globo. A temperatura de globo, juntamente com a temperatura do ar e velocidade do ar, é necessária para a obtenção da temperatura média radiante. O termômetro de globo utilizado nessas pesquisas possui um sensor com proteção metálica e globo pintado de negro com 0,15 m de diâmetro externo (figura 3.1). O sensor é conectado com monitor eletrônico de resistência de platina (figura 3.2) por um conector DIN 9 pinos com engate por rosca. O modelo TGM 100, fabricado pela POLITEST, possui resolução 0,1 °C, precisão 0,1 % do fundo da escala e com faixa de trabalho -50 a 100 °C tempo de resposta 20 min., amplitude -50°C a 100 °C.



**Figura 3.1:** Sensor do termômetro de globo, equipamento TGM 100.



**Figura 3.2:** Termômetro de globo, equipamento TGM 100.

O equipamento que compõe o modelo TGM 100 foi devidamente calibrado pelo fabricante na data de 28 de novembro de 2001, com temperatura ambiente de 31°C e umidade relativa de 55%. A validade da calibração é de 1 ano. Os resultados obtidos na calibração estão transpostos na tabela 3.2.

**Tabela 3.2:** Resultados da dos padrões utilizados para calibração do instrumento TGM 100.

Intervalo:	Grandeza °C						
	MM Seco	MM Úmido	MM Globo	Es Seco	Es Úmido	Es Globo	Ip(3)
0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
19,9	20,0	19,9	20,0	-0,1	-0,1	0,0	0,1
40,0	40,0	40,0	40	0,0	0,0	0,0	0,1

Sendo:

VR = Valor de referência, ou seja, valor da grandeza submetida à medição (instrumento);

MM = Média das medidas compreendida pelo valor médio da série de medidas por ponto ou número de leituras.

Es = Erro sistemático, ou seja, a diferença entre o valor de referência e a média das medidas em cada ponto.

Ip = Incerteza do padrão para aquele ponto de leitura.

O equipamento TGM 100 foi utilizado para checagens comparativas de conferência de leituras dos demais equipamentos. A checagem foi através da comparação do sensor de bulbo seco do TGM 100 com o termômetro de bulbo seco do psicrômetro giratório modelo SP-G2 e do sensor de bulbo seco do termoanemômetro modelo Airslow TA2 (tabela 3.3).

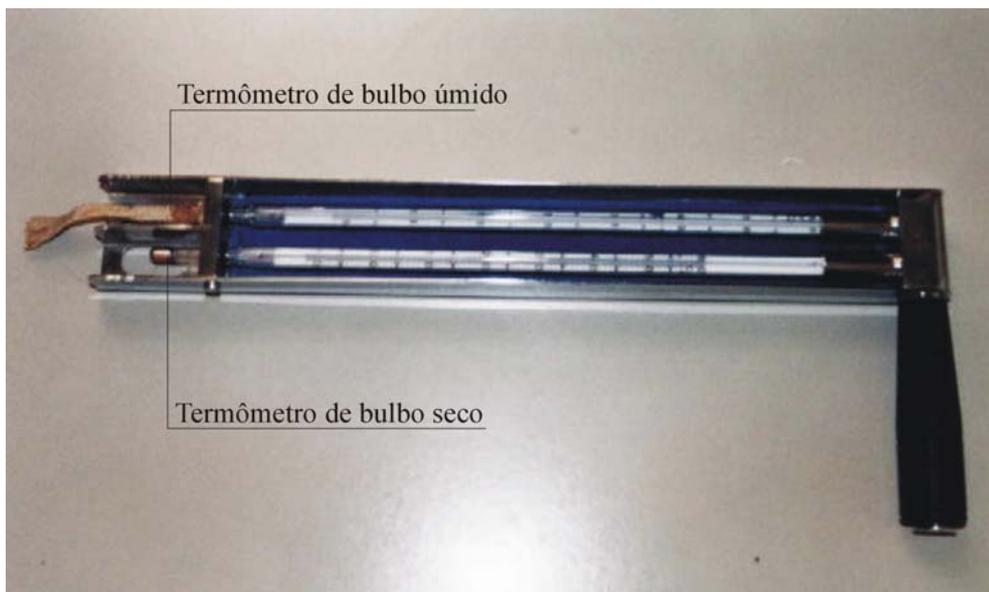
**Tabela 3.3:** Resultados de análise de conferência comparativa dos termômetros de bulbo seco.

Horário	Ts	Ts	Ts	Diferenças	Diferenças
	TGM 100	SP-G2	TA2	TGM 100 e SP-G2	TGM 100 e TA2
14:45	24,80 °C	25,00°C	24,85°C	0,20 K	0,05 K
15:00	24,80°C	25,00°C	24,85°C	0,20 K	0,05 K
15:15	24,85°C	25,00°C	24,90°C	0,15 K	0,05 K
15:30	24,85°C	25,00°C	24,90°C	0,15 K	0,05 K
15:45	24,90°C	25,10°C	25,00°C	0,20 K	0,10 K

As diferenças verificadas estão de acordo com o limite desejável para leitura conforme a ISO DIS 7726 (1996).

### 3.1.3.2 - Psicrômetro Giratório:

O psicrômetro realiza medições da temperatura do ar ou temperatura de bulbo seco,  $Tb_s$ , bem como a medição da temperatura de bulbo úmido,  $Tb_u$ , com ventilação forçada. O psicrômetro (figura 3.3), giratório utilizado nesta pesquisa é o modelo SP-G2, fabricado pela IOPE. Este modelo possui amplitude de  $-1^\circ$  a  $60^\circ$  C e resolução de  $0,2^\circ$ .



**Figura 3.3:** Psicrômetro giratório, modelo SP-G2.

### 3.1.3.3 - Termoanemômetro:

A velocidade do ar é um parâmetro levado em consideração na análise das trocas de calor por convecção e evaporação. Existem dificuldades para realizar tais medições devido as constantes variações em intensidade e direção.

Para as equações de transferência de calor entre o corpo humano e o ambiente são considerados somente os valores médios da velocidade do ar. Porém, as flutuações na

intensidade e as direções da velocidade do ar, têm efeito na sensação subjetiva do indivíduo.

A velocidade do ar foi medida utilizando-se um termoanemômetro (figura 3.4) Este equipamento é mais utilizado para a medir fluxos unidirecionais de ar. Mas devido a dificuldades de obtenção de equipamento mais apropriado para medição da velocidade média, foi utilizado o equipamento fabricado pela empresa Airflow Developments Ltda modelo Airslow TA2 com resolução de 20°C e 1013 mp, amplitude aproximada de 0 a 1 m/s, tempo de resposta 2 s. Porém foram tomados cuidados para realização das medições de velocidade do ar, sempre foi verificado a direção do fluxo do ar através de fumaça. No decorrer da pesquisa este parâmetro se mostrou com pouca importância nas medições devido aos baixos valores na velocidade do ar no ambiente interno onde ocorreram às coletas de dados.

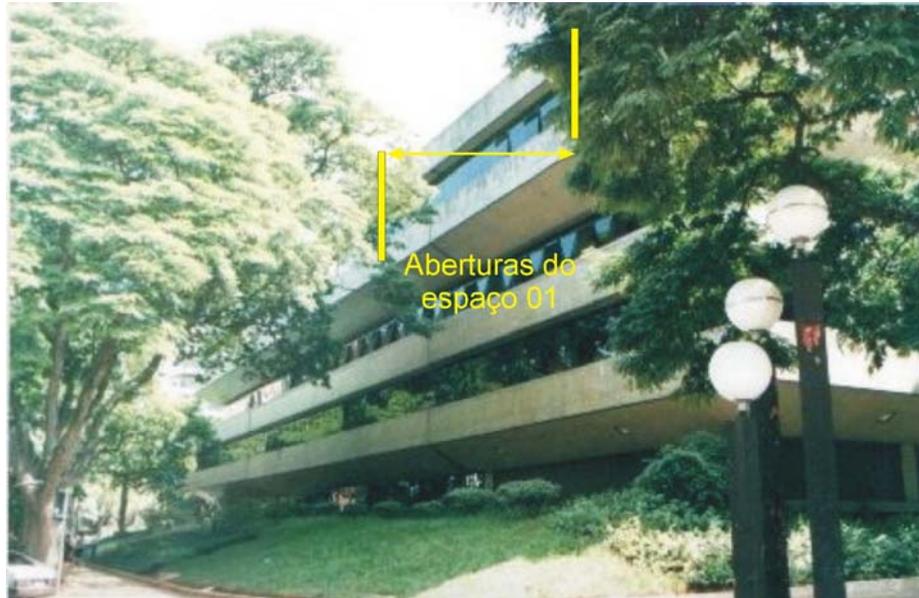


**Figura 3.4:** Termoanemômetro, modelo Airslow TA2.

### **3.1.4 - Ambiente de estudo:**

Para NICOL & HUMPHREYS (2001) existem três variáveis contextuais que abrangem a maioria das pesquisas de conforto. A mais importante é o clima, ele influencia na cultura e nas atitudes térmicas de qualquer grupo de pessoas e também nos projetos dos edifícios que eles habitam. O segundo contexto é o tempo, a atividade e as respostas a estas ocupam um lugar no tempo, isto leva a contínua mudança da temperatura de conforto. O terceiro contexto abordado pelos autores é o edifício, a natureza do edifício e os seus serviços que contribui na definição dos resultados das pesquisas em conforto térmico. Considerando esta abordagem aqui é descrito o ambiente onde esta inserida a população pesquisada, foi analisado o aspecto construtivo do edifício que possam interferir no desempenho térmico da edificação.

O ambiente onde foram realizadas as coletas de dados é o terceiro pavimento de um edifício que possui planta livre, sendo as divisões internas feitas por divisórias leves. O fechamento externo é em alvenaria convencional e painéis de concreto, sendo o revestimento externo todo em concreto aparente. As aberturas, observadas na figura 3.5, percorrem quase todo o perímetro do edifício como sendo uma abertura única, somente não existindo na fachada norte que é em pele de vidro (figura 3.6). As aberturas são em janelas tipo maxi-ar, (figura 3.7) e possuem sistema próprio de caixilhos, não sendo os mesmos encontrados no mercado. Os vidros apoiados na caixilharia são do tipo temperado fumê de 6 mm.



**Figura 3.5:** Fachada sul.

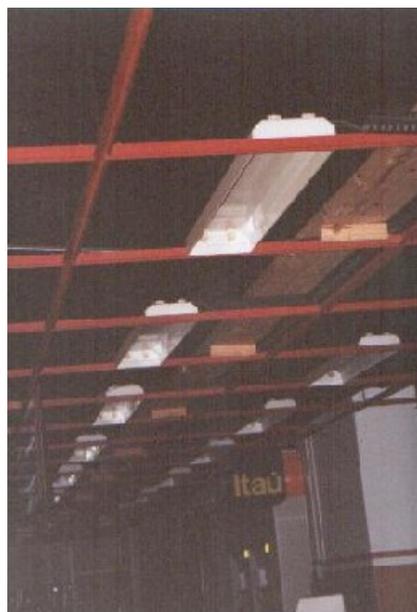


**Figura 3.6:** Fachada norte.



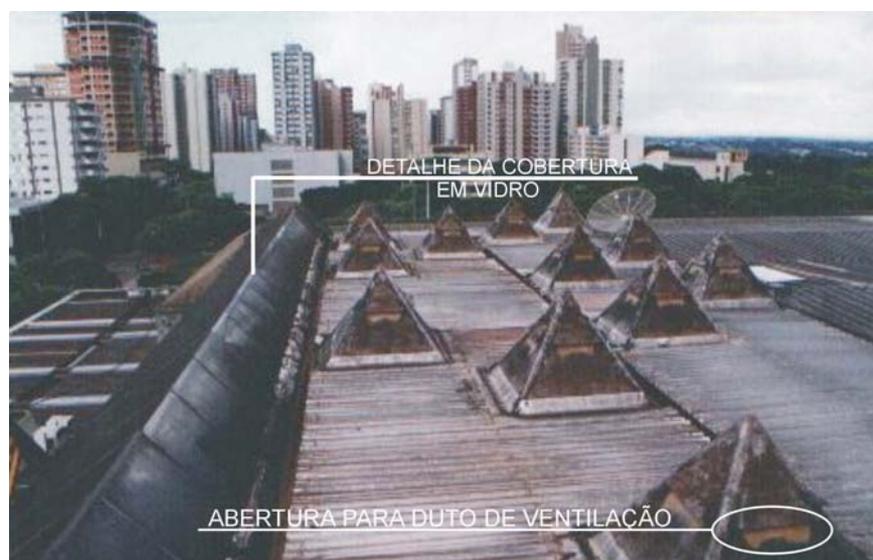
**Figura 3.7:** Detalhe da janela tipo maxi-ar.

A iluminação artificial é feita através de lâmpadas fluorescentes instaladas em luminárias tipo calha (figura 3.8). Não existe forro, apenas estrutura metálica para apoio da forração.



**Figura 3.8:** Calhas de iluminação artificial.

Existem três tipos de fechamentos horizontais na cobertura. O primeiro é composto de telha de fibrocimento sobre laje; O segundo fechamento horizontal é formado por uma estrutura metálica que apóia a telha também metálica. O último tipo de fechamento da cobertura é constituído por um pano de vidro fumê, escorados em caixilhos de alumínio. Este, por sua vez, apóia-se sobre uma estrutura espacial em alumínio. O duto de ventilação, observado na figura 3.9, é composto por pirâmides em fibra de vidro translúcidas, com pequenos rasgos para permitir a saída de ar quente.



**Figura 3.9:** Detalhe da cobertura.

Sob a cobertura de vidro estão o hall e rampas de acesso a todos os andares do edifício, ver figura 3.10.



**Figura 3.10:** Detalhe do hall de acesso e rampas interligando os pavimentos.

Para compreender melhor os ambientes estudados, foram realizadas medições preliminares dos parâmetros ambientais. Malhas traçadas sobre as plantas do Espaço 01 (figura 3.11) e do Espaço 02 (figura 3.12) conduziram as medições preliminares.



**Figura 3.11:** Espaço 01, Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação. Espaço com ventilação natural.



**Figura 3.12:** Espaço 01, Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação. Espaço com ar condicionado.

A malha serviu para localizar pontos aonde foram feitas as leituras das variáveis ambientais. Estas medições foram necessárias para caracterizar o ambiente como sendo homogêneo ou heterogêneo estacionário ou não-estacionário, determinando o local do ponto de medição definitivo. Os pontos das medições preliminares podem ser conferidos na figura 3.13.

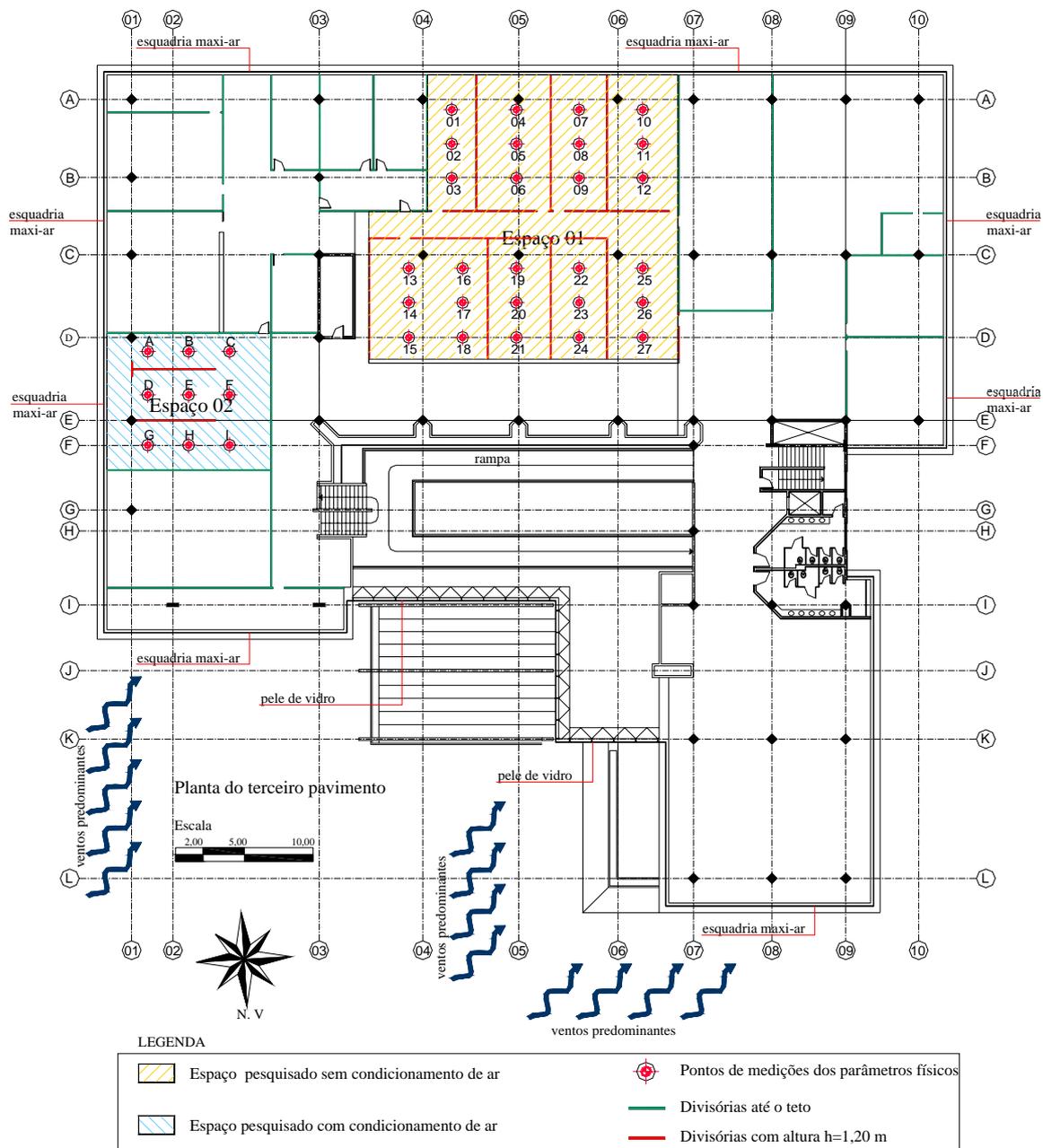


Figura 3.13: Planta do terceiro pavimento

### 3.1.4.1 - Espaço 01:

Como Espaço 01 (figura 3.13) não possui uma delimitação física clara foram tomados cuidados maiores nas medições prévias. Neste ambiente, inicialmente seriam medidas

somente os pontos de número 04 ao número 09, porém foi observado que em toda a área compreendida pela hachura amarela tende para uniformidade em relação aos parâmetros ambientais. Assim, foram ampliados o campo de pesquisa com aumento significativo da população pesquisada. A ampliação do número de participantes na pesquisa aconteceu devido à própria exigência da população do Espaço 01. O interesse dos pesquisados pela relação entre o ambiente e o conforto, motivou o traçado de uma nova estratégia que abrangeu praticamente toda a Secretária de Desenvolvimento Urbano e Habitação.

Devido às limitações logísticas para a realização das medições preliminares foram estabelecidos dois eixos principais, os quais sempre seriam realizadas as medições. Os eixos estipulados foram o de número 05 e o que possui a letra C, segundo a figura 3.13. Por exemplo: considerando a linha perpendicular ao eixo 05, representado pelo ponto fixo número 4, este teria os dados coletados ao mesmo tempo da verificação dos dados do ponto 01 e do ponto 07. Após esta operação seriam coletados os dados novamente do ponto fixo 04 e do ponto 10, o último ponto de medição desta linha. Assim foi verificado se a variação em relação ao tempo de medição dos pontos seria significativa para o andamento das coletas de dados. Na tabela 3.4 e 3.5 encontram-se os pontos fixos e os seus pontos correlatos.

**Tabela 3.4:** Relação entre os pontos fixos do eixo 05 e seus correspondentes.

Ponto fixo no eixo 05	Pontos perpendiculares ao eixo 05			
04	01	07	10	---
05	02	08	11	---
06	03	09	12	---
19	13	16	22	25
20	14	17	23	26
21	15	18	24	27

**Tabela 3.5:** Relação entre os pontos fixos do eixo C e seus correspondentes.

Ponto fixo no eixo C	Pontos perpendiculares ao eixo C				
13	14	15	---	---	---
16	01	02	03	17	18
19	04	05	06	20	21
22	07	08	09	23	24
25	10	11	12	26	27

Desta forma foram realizados as medições ambientais preliminares, que buscaram classificar o ambiente entre heterogêneo ou homogêneo e estacionário ou não estacionário em relação à pessoa. Estas foram realizadas no dia 20 de julho, às 14:15 horas, tendo a temperatura externa média de 21,9 °C. Com o clima agradável e céu aberto com poucas nuvens. Os dados foram coletados com ausência dos usuários, com os ventiladores desligados e as janelas abertas. Na tabela 3.6 estão apresentados os dados referentes às medições preliminares.

**Tabela 3.6:** Valores encontrados nas medições preliminares no Espaço 01.

pontos	T. ar °C	T.bu °C	T. globo °C	Tmr °C	Umid. Rel. %	Press. Va kpa	Vel. Ar m/s
01	24,40	19,60	24,00	24,00	67,10	2,00	0,00
02	24,60	19,60	24,00	23,91	67,10	2,00	0,01
03	24,80	19,60	24,10	23,99	67,10	2,00	0,01
04	24,50	19,60	24,00	23,92	67,10	2,00	0,01
05	24,60	19,80	24,00	23,91	68,48	2,04	0,01
06	24,30	19,40	23,80	23,72	65,73	1,96	0,01
07	24,30	19,40	23,70	23,61	65,73	1,96	0,01
08	24,60	19,40	23,80	23,68	65,73	1,96	0,01
09	24,70	19,40	24,10	24,01	65,73	1,96	0,01
10	24,60	19,40	24,20	24,14	65,73	1,96	0,01
11	24,60	19,40	24,00	23,91	65,73	1,96	0,01
12	24,70	19,60	24,10	24,01	67,10	2,00	0,01
13	24,80	19,60	24,00	23,88	67,10	2,00	0,01
14	24,80	19,80	24,20	24,11	68,48	2,04	0,01
15	24,70	19,60	24,20	24,12	67,10	2,00	0,01
16	24,60	19,60	24,10	24,02	67,10	2,00	0,01
17	24,60	19,60	24,10	24,02	67,10	2,00	0,01
18	24,70	19,60	24,10	24,01	67,10	2,00	0,01
19	24,60	19,40	24,00	23,91	65,73	1,96	0,01
20	24,70	19,40	24,00	23,90	65,73	1,96	0,01
21	24,70	19,40	24,10	24,01	65,73	1,96	0,01
22	24,80	19,60	24,20	24,11	67,10	2,00	0,01
23	24,70	19,60	24,10	24,01	67,10	2,00	0,01
24	24,80	19,60	24,10	24,00	67,10	2,00	0,01
25	24,60	19,80	24,20	24,14	68,48	2,04	0,01
26	24,60	19,80	23,80	23,68	68,48	2,04	0,01
27	24,60	19,60	24,00	23,91	67,10	2,00	0,01
28	24,70	19,60	24,00	23,89	67,10	2,00	0,01
Média	24,63	19,56	24,03	23,95	66,85	1,99	0,01
Desvio padrão	0,135	0,136	0,133	0,141	0,920	0,026	0,001

Com as medições preliminares foi possível determinar o ponto onde seriam realizadas as medições definitivas. Foi estipulado que as medições definitivas seriam realizadas no ponto 04 da figura 3.13, por se apresentar mais próximo da média dos valores maior número de vezes.

### 3.1.4.2 - Espaço 02:

As medições ambientais preliminares no espaço 02 buscaram caracterizar o ambiente e como a realizada no Espaço 01, estabelecer o local do ponto de medição definitivo, estas foram realizadas no dia 21 de julho as 10:30 horas, tendo em média como temperatura externa de 18,3 C °. As condições climáticas neste dia apresentavam o céu nublado e com chuvas ao final da tarde. Foram medidas as variáveis ambientais em 9 pontos conforme a figura 3.13. As medições foram realizadas com a ausência dos usuários e com o sistema de condicionamento de ar ligado.

A tabela 3.7 apresenta os dados referentes às medições preliminares nos 9 pontos pré-estabelecidos. Ficou estipulado que as medições definitivas no Espaço 02 seriam realizados no ponto C da figura 3.13, por se apresentar mais próximo da média dos valores maior número de vezes.

**Tabela 3.7:** Valores encontrados nas medições preliminares no Espaço 02.

pontos	T. ar °C	T.bu °C	T. globo °C	Tmr °C	Umid. Rel. %	Press. Va kpa	Vel. Ar m/s
A	24,70	19,80	24,10	24,01	59,01	1,88	0,01
B	24,70	19,40	24,00	23,89	59,01	1,84	0,01
C	24,80	19,40	24,10	23,99	58,46	1,83	0,01
D	24,80	19,40	24,10	23,99	58,46	1,83	0,01
E	24,80	19,40	24,20	24,11	58,46	1,83	0,01
F	24,80	19,40	24,20	24,11	58,46	1,83	0,01
G	24,60	19,80	24,20	24,14	59,47	1,84	0,01
H	24,80	19,80	24,20	24,11	58,46	1,83	0,01
I	24,80	19,80	24,30	24,22	58,46	1,83	0,01
Média	24,77	19,57	24,15	24,07	58,70	1,84	0,01
Desvio padrão	0,072	0,211	0,088	0,100	0,402	0,016	1,65 <sup>-10</sup>

Para definição de alguns parâmetros ambientais como: umidade relativa, pressão do vapor da água foi utilizado o programa computacional desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Catarina, CST módulo de conforto térmico. A temperatura média radiante foi calculada através de planilha eletrônica.

### **3.1.5 - Questionário aplicado:**

Antes de ter início à pesquisa propriamente dita, aos participantes foi apresentado o questionário que seria aplicado simultaneamente às medições das variáveis ambientais. Buscando sanar dúvidas dos entrevistados, o modelo do questionário foi apresentado individualmente para cada participante que foi nesse momento convidado a preencher o questionário na presença do pesquisador. Esta operação foi realizada entre os dias 21 e 30 de julho de 2002 e se mostrou produtiva, não somente para que a intenção da pesquisa ficasse clara aos participantes como também para que os pesquisadores pudessem conhecer melhor o perfil dos usuários, suas necessidades e anseios, bem como o comportamento dos participantes em relação ao ambiente térmico ao qual eles estão inseridos. Foi ressaltado aos entrevistados que as sensações e as preferências térmicas não eram referentes ao que o pesquisado pensava do local normalmente e sim como estavam se sentindo naquele exato momento.

O modelo do questionário se encontra no anexo A deste trabalho, e os tópicos por ele levantado serão explanados a seguir.

- A questão 1 e 2 são relativas a idade e ao sexo respectivamente e ajudam estabelecer a caracterização das amostras, influenciando a representatividade da amostra em relação ao universo populacional que se está estudando.
- A questão 3 aborda o estado de saúde do entrevistado. Considera-se que alterações no estado de saúde de um indivíduo podem também alterar sua sensibilidade em relação às sensações térmicas.

- O item principal na coleta de dados subjetivos é abordado nas questões 4 e 5. O voto na escala de sete pontos traduz o sentimento do pesquisado em relação ao ambiente térmico nos momentos de medições. O cruzamento dos votos de sensações e de preferências térmicas mostradas na escala de sete pontos estabelece um conhecimento mais profundo sobre o grau de desconforto do indivíduo pesquisado.
- A questão 6 e 7 confere se, para o pesquisado existe uma região do corpo que esta em desconforto térmico no presente momento das medições dos parâmetros ambientais. Estas questões procuram a relação de desconforto térmico com regiões do corpo humano, se existe uma determinada região do corpo onde a sensibilidade térmica esta mais apurada.
- A questão 7, 8 e 9 verifica se a região do corpo em que o pesquisado possui desconforto térmico esta relacionado com a vestimenta ou somente com a sensação térmica do entrevistado.
- O conhecimento sobre roupas oferece estimativa sobre a resistência térmica através das às trocas de calor entre o corpo e o ambiente. A questão 10 possui uma tabela com as possíveis roupas utilizadas. A tabela e seus respectivos valores seguem os padrões estabelecidos pela ISO 9920(1995).

### **3.1.6 - Coleta de dados para pesquisa:**

Os dados ambientais foram coletados em pontos específicos dentro dos ambientes com ar condicionado e com ventilação natural. Conforme dito anteriormente para o ambiente com ventilação natural foi determinado o ponto 04 da figura 3.13 e para o ambiente com ar condicionado a coleta de dados aconteceu no ponto C da figura 3.13. Seguindo os preceitos da ISO DIS 7726 (1998) o ambiente foi classificado com homogêneo e estacionário. Conforme a ISO DIS (1996) o ambiente é homogêneo quando em um dado momento à temperatura do ar, a radiação, a velocidade do ar e a umidade possam ser consideradas uniformes no espaço ao redor do indivíduo. Os desvios espaciais dessas variáveis com relação à sua média devem ser inferiores aos valores das precisões dos equipamentos de

medição multiplicados por um fator especificado na norma. O ambiente estacionário é aquele que as variáveis físicas usadas para descrever o nível de exposição ao calor para a pessoa seja praticamente independente do tempo. Os desvios temporais dessas variáveis físicas com relação à sua média devem ser inferiores aos valores das precisões dos equipamentos de medição, multiplicados por um fator especificado na norma.

Com a definição da classificação do ambiente, as medições das variáveis ambientais seguiram as recomendações da norma. Sendo o ambiente classificado como homogêneo e estacionário para análises das condições de conforto térmico as medições foram realizadas ao nível do abdômen da pessoa, não sendo necessário medições ao nível da cabeça e dos tornozelos. Como as pessoas encontravam sentadas, os sensores foram posicionados na altura de 0,60 m. em relação ao chão do ambiente. A coleta dos dados ambientais teve a duração de 15 minutos, em cada medição, sendo os dados coletados a cada 3 minutos e depois intergrado para os 15 minutos. No Espaço 02 a coleta dos dados se deu com o sistema de condicionamento de ar ligado.

As variáveis pessoais e parâmetros subjetivos foram coletados através do questionário que estava em conformidade com a ISO 10551 (1995) e ASHRAE (1997).

Os dados coletados e determinados durante as medições encontram-se apresentados no Anexo B, e respeitam a seguinte simbologia:

- Sexo: sexo dos participantes;
- Idade: idade dos participantes;
- Roupas: vestimentas usadas pelos participantes da pesquisa no exato momento da coleta de dados. Os valores estão expressos em clo;
- $T_s$ : temperatura do ar interno expressa em °C.
- $T_u$ : temperatura de bulbo úmido expressa em °C.
- $T_{mr}$ : temperatura média radiante expressa em °C.
- $V_a$ : velocidade absoluta do ar expressa em m/s.
- $M$ : taxa metabólica que foi assumida como 1,2 met ou  $70W/m^2$ .

- Tex: média da temperatura externa nos horários de coleta dos dados;
- V-real: voto real dos participantes em relação a suas sensações térmicas, obtidas pela escala de sensações do anexo A.
- P-real: preferências térmicas relatadas pelos pesquisados, obtidas através dos votos na escala de preferência do anexo A.

Os dados climáticos, como a temperatura do ar externo, foram obtidos junto à estação meteorológica da Universidade Estadual de Maringá. Os dados ali coletados foram utilizados para análise da temperatura interna de conforto com relação ao clima externo. A tabela 3.8 apresenta a média utilizada durante as medições.

**Tabela 3.8:** Temperaturas médias utilizadas no momento da medição.

Dia	Hora	Temperatura externa média (° C)
20	09:30	25,70
20	15:00	28,63
21	09:30	22,37
21	15:00	22,43
22	09:30	24,60
22	15:00	28,50
23	09:30	25,30
23	15:10	31,03
26	09:30	25,83
26	15:00	30,80
28	09:30	24,43
28	15:00	30,21

No presente estudo não foi utilizada a média mensal, mas sim a média das horas no momento da realização da medição juntamente com 2 horas anteriores e 2 horas posteriores à medição, extraindo desta condição uma média de 5 horas. A pesquisa considerou não somente o espaço físico, mas também um limite temporal para a coleta dos dados relacionados à temperatura externa. Como a coleta de dados foi realizada em um curto período de tempo esta metodologia possibilitou uma amplitude maior em relação temperatura externa.

### ***3.2 – Segunda etapa: obtenção de índices de conforto térmico e tratamento estatístico:***

Os dados coletados foram trabalhados dentro do programa computacional Analysis CST, desenvolvido no Laboratório de Eficiência Energética na Edificação da Universidade Federal de Santa Catarina. Dentro do módulo de análise de conforto térmico, deste programa, foram extraídos índices de conforto térmico (PMV, PPD e carga térmica atuando sobre o corpo). O Analysis CST auxiliou na determinação de planilhas eletrônicas para desenvolver a análise dos dados coletados. Neste programa foram trabalhados os dados para determinar os valores atingidos pelos índices analíticos de conforto  $PMV_{NV}$  e  $S_{XAVIER}$ . Na sequência, os dados foram exportados para um software de estatística, sendo realizadas as análises estatísticas dos dados coletados.

As análises comparativas entre os índices obtidos e os índices calculados visaram à verificação da relação dos índices PMV,  $PMV_{NV}$  e  $S_{XAVIER}$  com os votos reais de sensação térmica obtidos com o questionário aplicado. Foram utilizados testes de hipóteses e comparação entre médias e variâncias. Foram realizadas ainda análises de correlação através de estudos de regressão linear simples.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Durante o mês de agosto de 2002, foram realizadas 24 medições das variáveis ambientais, englobando dois ambientes em um edifício de escritórios na cidade de Maringá, oeste do estado do Paraná. Um ambiente, denominado neste trabalho de Espaço 01, era naturalmente ventilado enquanto o outro denominado como Espaço 02 possuía ar condicionado. Questionários foram aplicados aos usuários dos ambientes mencionados e variáveis ambientais coletadas. As tabelas 4.1 e 4.2 apresentam os resultados médios obtidos em cada medição. A simbologia utilizada nas tabelas respeita a seguinte reapresentação:

Roupas: isolamento térmico das vestimentas dos participantes, em unidade clo;

- Ts: temperatura interna, em °C;
- UR: Umidade relativa, em %;
- Var: velocidade do ar, em m/s;
- L: carga térmica atuando sobre o corpo, em  $W/m^2$ ;
- PMV: Votos médios estimados, adimensionais;
- Tex: Temperatura externa, em °C;
- Tac: Temperatura analítica de conforto;
- Top: temperatura operativa determinada pela média entre temperatura média radiante e a temperatura de bulbo seco;
- D: Valores, encontrados nos arquivos da ASHRAE, ajustados pela equação de regressão 2.11;
- $PMV_{NV}$ : Índice médio do PMV ajustado por HUMPHREYS (2001);
- V-r: Sensações térmicas médias, relatadas pelos participantes da pesquisa, adimensional;
- P: Preferências térmicas médias, relatadas pelos participantes da pesquisa, adimensional;
- I: Percentagem de insatisfeitos verificados no ambiente estudado, em %;
- $S_{XAVIER}$ : Índice de conforto determinado por XAVIER (1999).

**Tabela 4.1:** Médias por medição dos dados obtidos no Espaço 01, ambiente com ventilação natural.

Dia	Hora	Roupas	Ts	UR%	Var	L	PMV	Tex	T-ac	Top	D	PMV <sub>NV</sub>	V-r	P	I%	S <sub>XAVIER</sub>
20/08	09:30	0,424	27,70	45,40	0,01	13,182	0,70	25,70	24,14	27,26	-0,638	1,07	0,80	-0,51	18,49	0,11
20/08	15:00	0,421	29,60	37,77	0,02	21,251	1,11	28,63	24,13	28,89	-0,643	1,40	1,82	-1,35	68,23	0,46
21/08	09:30	0,434	25,30	49,07	0,02	1,634	0,09	22,37	24,91	25,30	-0,518	0,48	0,73	-0,60	16,06	-0,30
21/08	15:00	0,423	27,40	45,96	0,02	12,843	0,67	22,43	24,12	27,13	-0,642	1,05	1,15	-0,85	32,65	0,09
22/08	09:30	0,469	26,96	52,53	0,02	16,911	0,89	24,60	25,28	26,56	-0,417	1,04	0,90	-0,88	22,29	-0,04
22/08	15:00	0,452	27,93	48,55	0,02	15,684	0,81	28,50	23,91	27,51	-0,628	1,15	1,40	-1,21	49,09	0,17
23/08	09:30	0,427	26,86	50,34	0,01	9,407	0,49	25,30	24,41	26,50	-0,596	0,87	1,00	-0,87	26,12	-0,05
23/08	15:00	0,435	29,63	40,91	0,01	24,417	1,28	31,03	22,94	29,22	-0,784	1,65	1,82	-1,50	67,96	0,53
26/08	09:30	0,433	29,30	34,36	0,00	22,092	1,16	25,83	22,91	28,97	-0,790	1,56	1,27	-0,96	38,78	0,48
26/08	15:00	0,442	30,46	30,53	0,02	32,923	1,72	30,80	23,05	31,04	-0,759	1,99	2,03	-1,73	78,11	0,92
28/08	09:30	0,446	27,83	41,96	0,02	14,916	0,78	24,43	24,01	27,59	-0,622	1,12	1,27	-0,93	38,87	0,18
28/08	15:00	0,424	31,70	35,00	0,02	28,127	1,48	30,20	23,02	30,34	-0,788	1,81	1,71	-1,34	62,31	0,77

**Tabela 4.2:** Médias por medição dos dados obtidos no Espaço 02, ambiente condicionado.

Dia	Hora	Roupas	Ts	UR %	Var	L	PMV	Tex	T-ac	Top	D	PMV <sub>NV</sub>	V-r	P	I %	S <sub>XAVIER</sub>
20/08	09:30	0,501	22,77	53,22	0,01	-9,960	-0,50	25,70	25,05	22,96	-0,402	-0,106	0,14	-0,14	5,42	-0,80
20/08	15:00	0,527	24,00	48,84	0,02	-1,860	0,131	28,63	24,56	24,05	-0,431	0,094	0,32	-0,71	7,07	-0,57
21/08	09:30	0,480	25,10	56,01	0,02	0,146	-0,09	22,37	25,10	24,53	-0,425	0,348	-0,23	0,20	6,06	-0,47
21/08	15:00	0,467	25,83	55,03	0,02	3,240	0,171	22,43	25,02	25,20	-0,455	0,583	1,00	-0,86	26,12	-0,33
22/08	09:30	0,476	25,03	61,43	0,02	2,678	0,138	24,60	24,38	24,95	-0,529	0,527	-0,30	0,22	6,83	-0,38
22/08	15:00	0,496	24,03	52,43	0,02	3,240	-0,16	28,50	25,02	25,20	-0,455	0,087	0,00	-0,86	5,00	-0,33
23/08	09:30	0,534	24,03	54,53	0,01	-1,460	-0,78	25,30	24,40	24,05	-0,443	0,261	-0,14	0,13	5,38	-0,57
23/08	15:00	0,410	23,43	50,96	0,01	-8,860	-0,46	31,03	25,53	23,78	-0,467	-0,206	0,55	-0,57	11,37	-0,63
26/08	09:30	0,493	24,06	57,85	0,00	-2,460	-0,19	25,83	24,98	24,13	-0,423	0,154	-0,21	0,17	5,91	-0,55
26/08	15:00	0,504	24,00	46,83	0,02	-2,800	-0,14	30,80	24,69	24,23	-0,447	0,012	0,20	-0,20	5,83	-0,53
28/08	09:30	0,448	24,00	47,97	0,02	-5,510	-0,29	24,43	25,33	24,12	-0,440	0,148	-0,05	0,08	5,05	-0,56
28/08	15:00	0,521	23,90	46,87	0,02	-3,530	-0,18	30,20	24,76	24,00	-0,413	-0,018	-0,33	0,43	7,26	-0,58

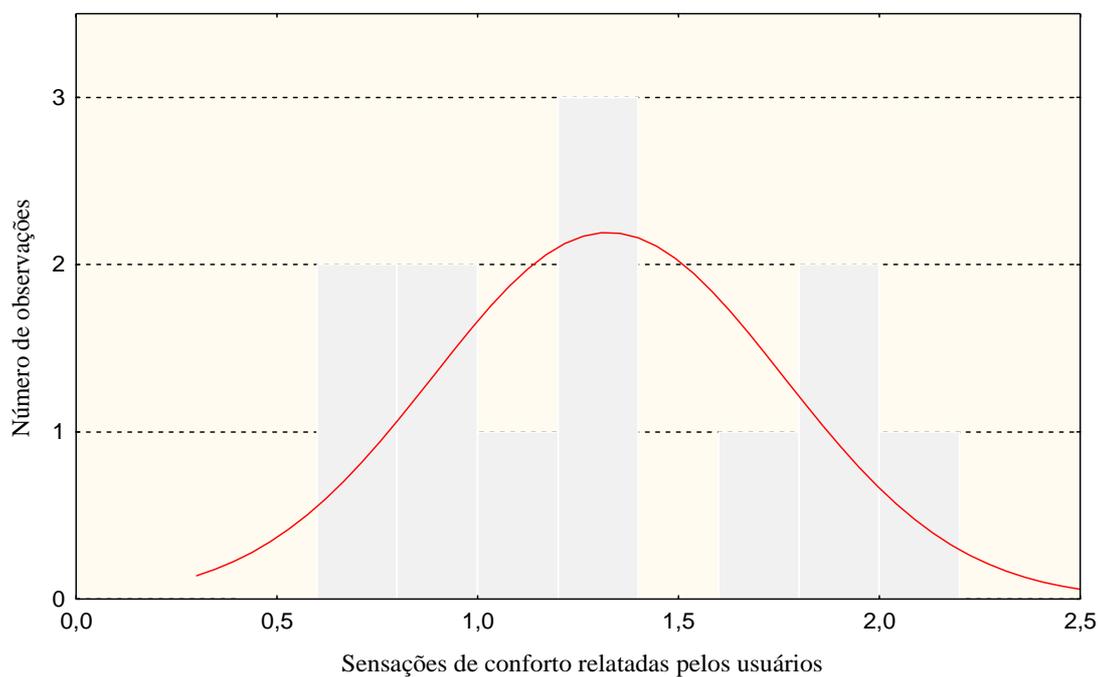
#### ***4.1 - Análise de normalidade das variáveis:***

As análises estatísticas executadas sobre as variáveis envolvem testes de hipóteses e análises de regressão. Segundo COSTA (1977), uma importante classe de testes não-paramétricos é constituída pelos chamados testes de aderência, em que a hipótese testada refere-se à forma da distribuição da população. Se obtivermos uma boa aderência poderemos admitir que o modelo forneça uma boa idealização da distribuição populacional. Porém a não normalidade das variáveis não invalida a utilização dos métodos estatísticos, e sim os tornam mais consistentes.

Uma das condições para a validação das análises dos dados, apresentada pela pesquisa, é a não existência de valores espúrios. Ou seja, dados que pareçam inconsistentes em relação à maioria dos dados do conjunto. As tabelas 4.1 e 4.2 apresentadas acima se encontram desprovidos de valores espúrios. As presenças de espúrios nas variáveis pessoais poderiam indicar algum estado patológico do usuário pesquisado, não representando desta forma a veracidade de seu estado psicofisiológico normal.

O teste de normalidade da distribuição das frequências das variáveis foi realizado através do teste de aderência desenvolvido por Kolmogorov e Smirnov, dentro de um nível de confiança de 95%. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi realizado tanto para os dados coletados dentro do ambiente naturalmente ventilado, aqui denominado Espaço 01, como para o ambiente condicionado, Espaço 02.

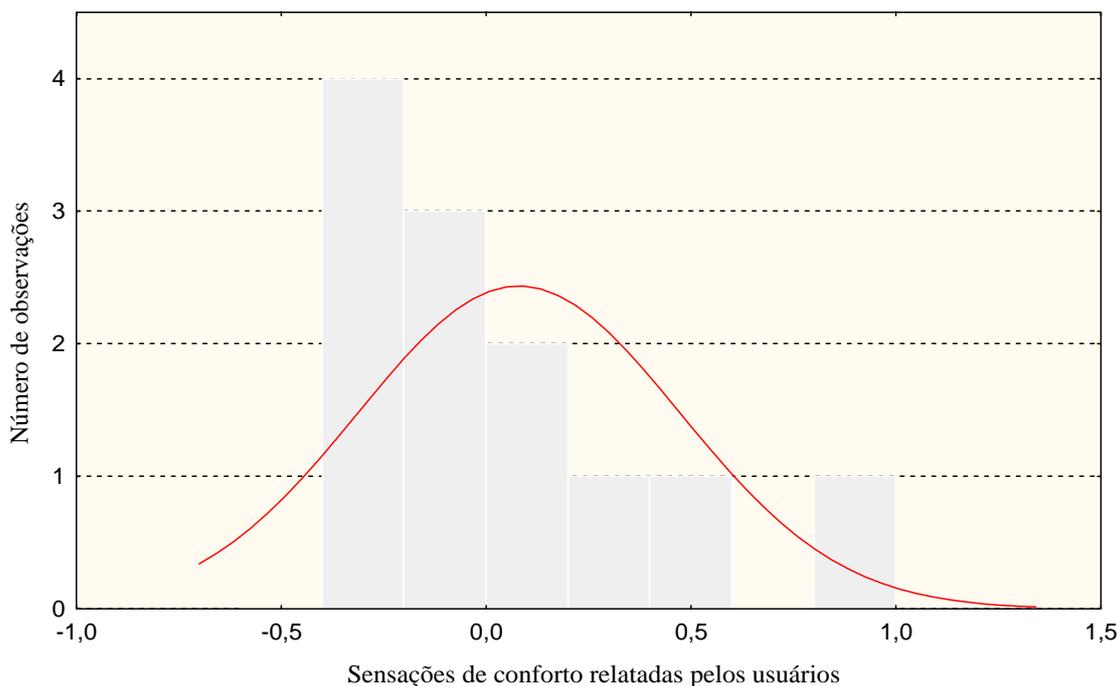
A figura 4.1, abaixo, apresenta o histograma de distribuição de frequência para as sensações reais relatadas pelos participantes durante as medições no Espaço 01. Lembrando que ambas as medições foram realizadas no terceiro pavimento do edifício da Prefeitura Municipal de Maringá. A análise de normalidade determinou que o valor máximo em relação à distribuição normal,  $d_{m\acute{a}x}$ , foi de 0,14477, enquanto o valor crítico,  $d_{cr\acute{i}tico}$ , considerando o número de amostragem, foi de 0,375. Como  $d_{m\acute{a}x} < d_{cr\acute{i}tico}$ , não se rejeita a hipótese de normalidade para esse nível de confiança.



**Figura 4.1:** Distribuição de freqüências das sensações relacionadas pelos usuários para ambientes com ventilação natural (Espaço 01).

Em relação ao Espaço 02, a figura 4.2, abaixo, apresenta o histograma da distribuição de freqüências para as sensações reais relacionadas pelos usuários no decorrer da coleta de dados. Como o valor máximo em relação normalidade,  $d_{m\acute{a}x}$ , foi igual a 0,1648. Dentro da análise  $d_{m\acute{a}x} < d_{cr\acute{it}ico}$ , não se rejeita desta forma a normalidade.

Comparativamente temos valores distribuídos de maneira mais concentrada para os usuários do Espaço 02 do que para o Espaço 01. O fato do Espaço 02 possuir maior controle em relação à temperatura determinou também a menor variação nas sensações térmicas relacionadas pelos participantes.

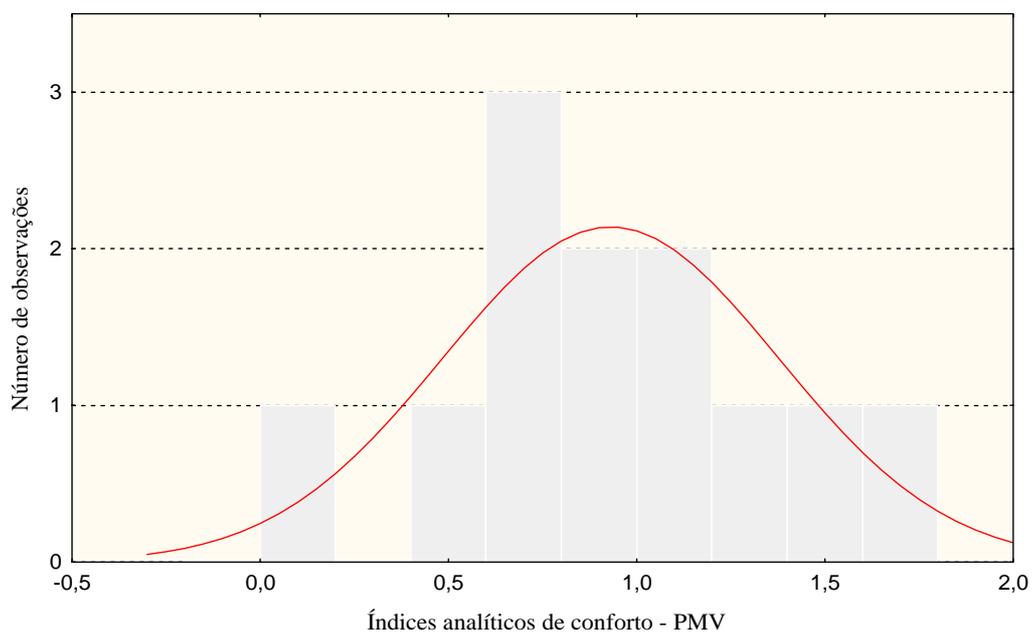


**Figura 4.2:** Distribuição de frequências das sensações relatadas pelos usuários para ambiente condicionados (Espaço 02).

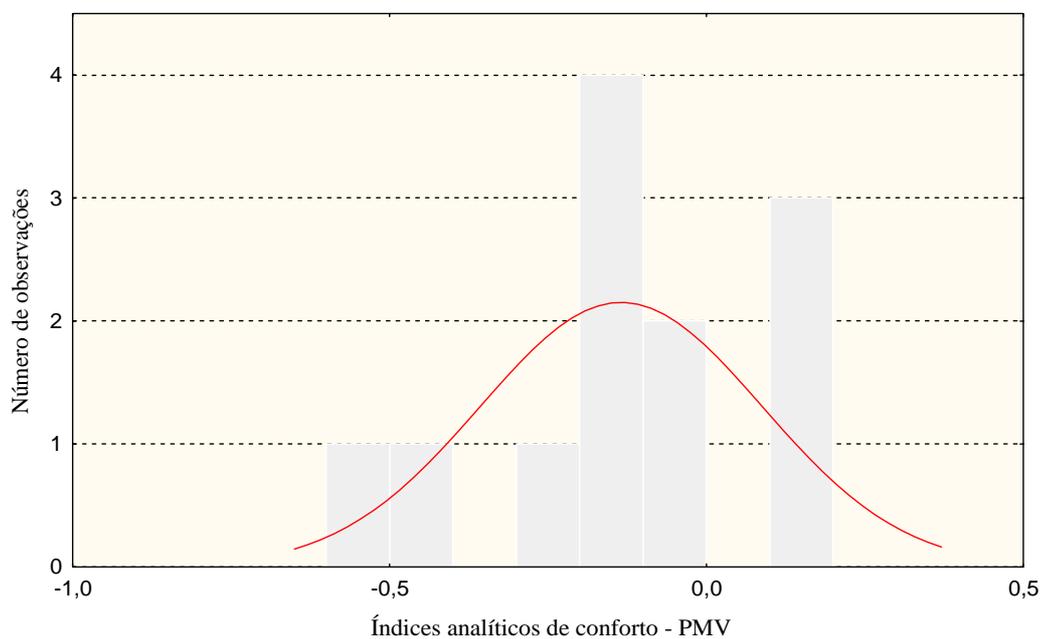
Abaixo encontramos a figura 4.3, ela demonstra o histograma de distribuição de frequência para os valores analíticos de conforto determinado pelo modelo PMV para o Espaço 01. Neste caso,  $d_{\text{máx}}$  foi igual a 0,12317. Como para a análise  $d_{\text{máx}} < d_{\text{crítico}}$ , não se rejeita a normalidade.

Na seqüência, a figura 4.4 comprova através do histograma de distribuição de frequência à normalidade para os valores analíticos de conforto do modelo PMV para o Espaço 02. Neste caso os valores do PMV atingem o máximo,  $d_{\text{máx}}$ , em 0,15111. Segundo a análise  $d_{\text{máx}} < d_{\text{crítico}}$ , aceitando desta forma a hipótese de normalidade.

Ao observarmos estas análises, percebemos que os índices analíticos de conforto do modelo PMV seguem o padrão acumulativo das sensações relatadas pelos participantes da pesquisa. Ou seja, a variação das sensações analíticas de conforto para o Espaço 02 é menor do que para o Espaço 01. Este padrão pode ser observado nos demais índices analíticos analisados neste estudo.

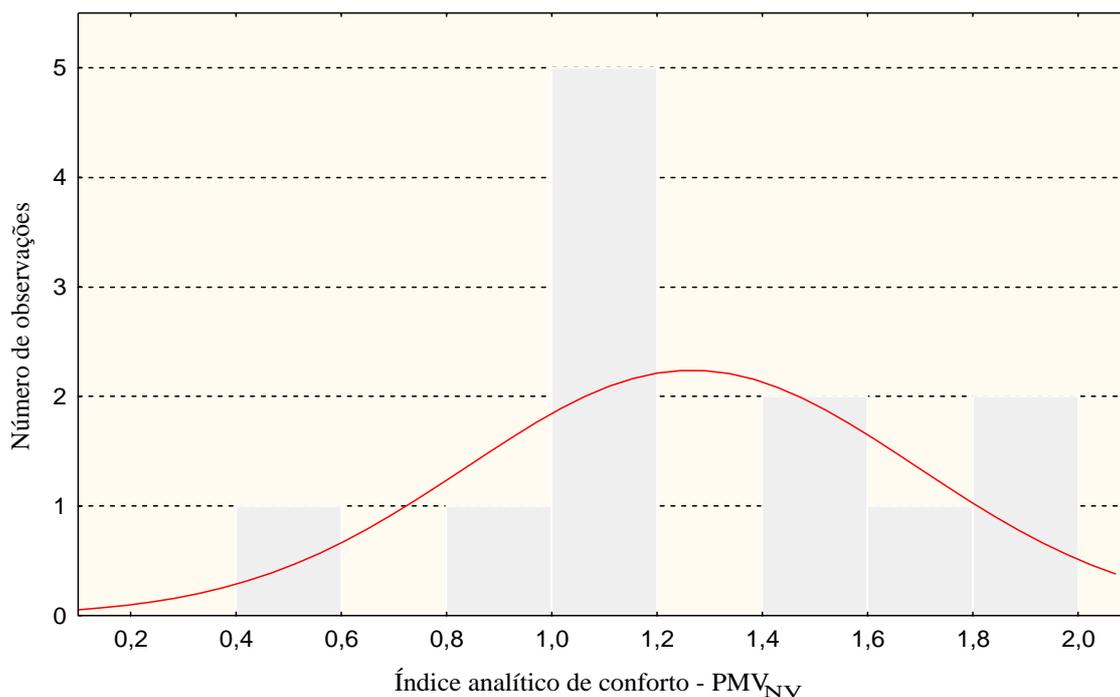


**Figura 4.3:** Distribuição de frequências das sensações analíticas de conforto para ambientes com ventilação natural (Espaço 01), segundo modelo PMV.



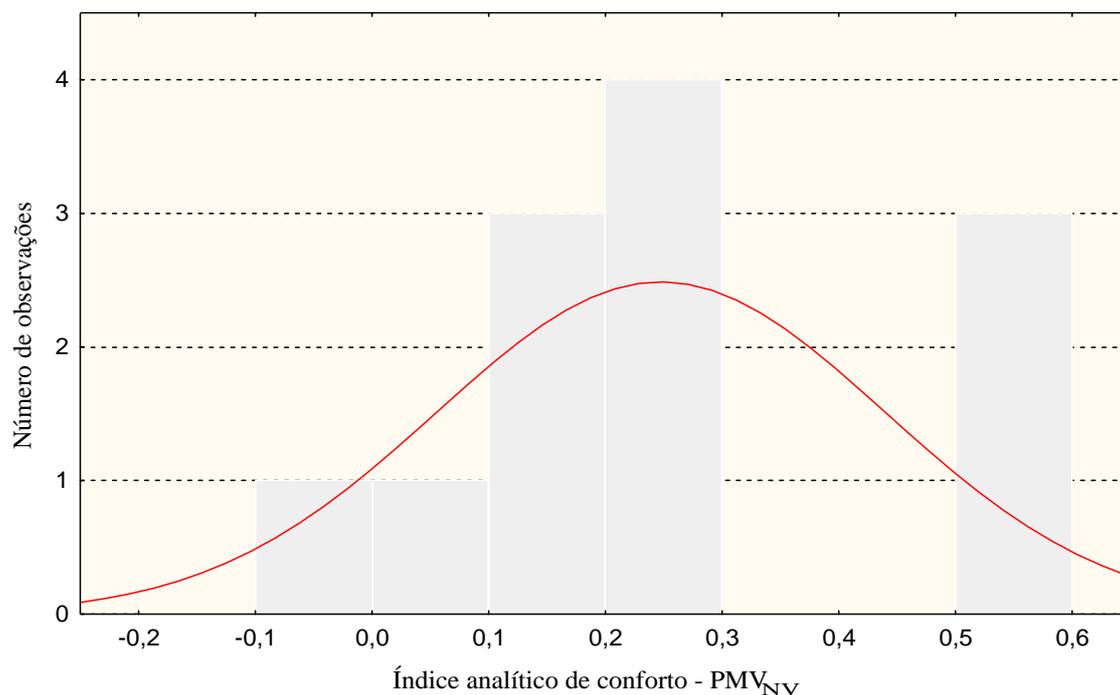
**Figura 4.4:** Distribuição de frequências das sensações analíticas de conforto para ambientes condicionados (Espaço 02), segundo modelo PMV.

Para o Espaço 01 a distribuição de frequência para os índices analíticos protagonizados pelo  $PMV_{NOVO}$  atinge os valores,  $d_{m\acute{a}x}$ , igual a 0,19370. Com nessa análise  $d_{m\acute{a}x} < d_{cr\acute{i}tico}$ , não rejeitamos a hipótese de normalidade. A Figura 4.5 apresenta o histograma da distribuição de frequência dos valores para o modelo  $PMV_{NV}$ .



**Figura 4.5:** Distribuição de frequências das sensações analíticas de conforto para ambientes com ventilação natural (Espaço 01), segundo modelo  $PMV_{NV}$ .

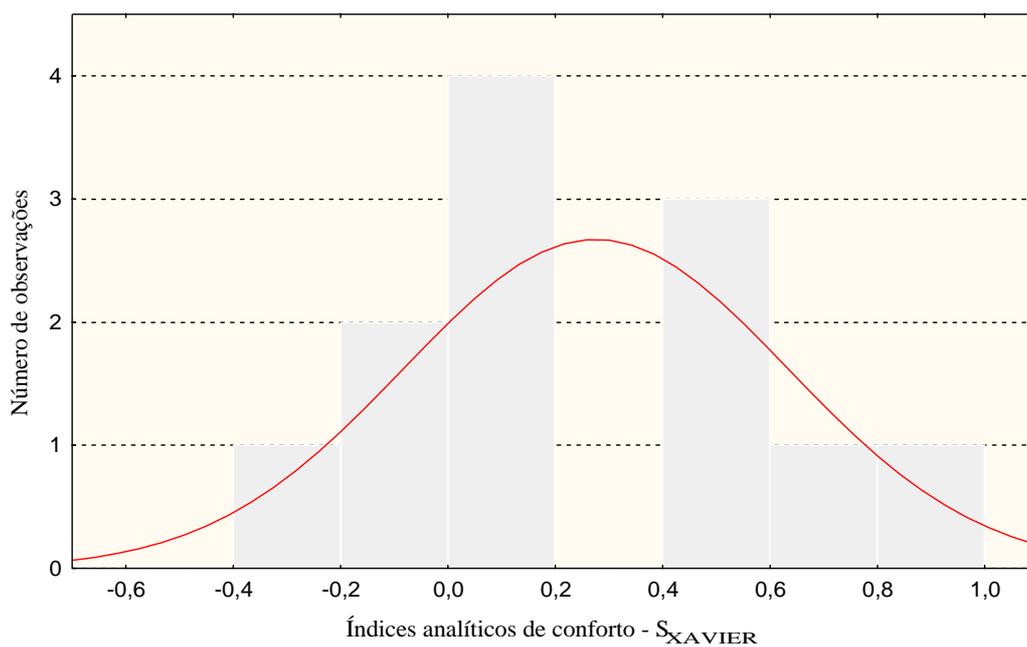
A figura 4.6, a seguir, apresenta o histograma de distribuição de frequências para os valores do modelo  $PMV_{NV}$  no Espaço 02. Neste caso,  $d_{m\acute{a}x}$ , igual a 0,16058. Como para análise  $d_{m\acute{a}x} < d_{cr\acute{i}tico}$ , não rejeitamos a hipótese de normalidade.



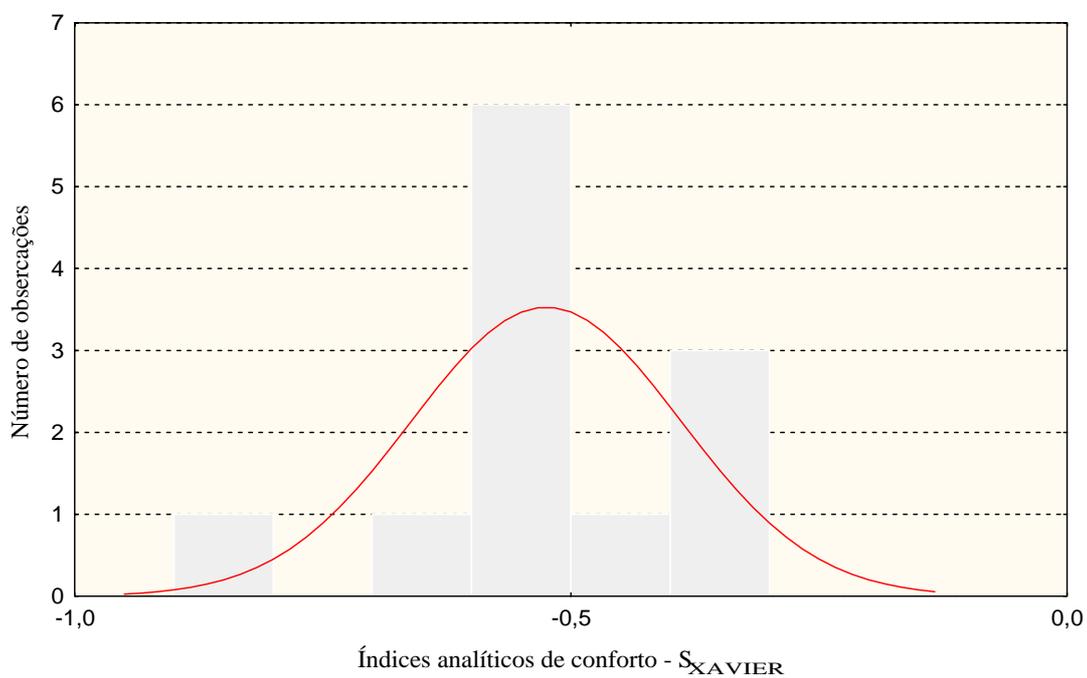
**Figura 4.6:** Distribuição de freqüências das sensações analíticas de conforto para ambientes condicionados (Espaço 02), segundo modelo PMV<sub>NOVO</sub>.

A Figura 4.7, abaixo, apresenta o histograma de distribuição de freqüências para os valores do índice analítico de conforto  $S_{XAVIER}$  para o Espaço 01. Neste caso,  $d_{m\acute{a}x}$ , é igual a 0,18612. Segundo esta análise  $d_{m\acute{a}x} < d_{cr\acute{it}ico}$ , não se rejeita a normalidade.

Na seqüência, o histograma de distribuição de freqüências para os valores do índice analítico de conforto pelo modelo  $S_{XAVIER}$  para o Espaço 02, esta representada na figura 4.8. Segundo esta análise,  $d_{m\acute{a}x}$ , é igual a 0,19076. Para este caso  $d_{m\acute{a}x} < d_{cr\acute{it}ico}$ , não se rejeita a hipótese de normalidade.



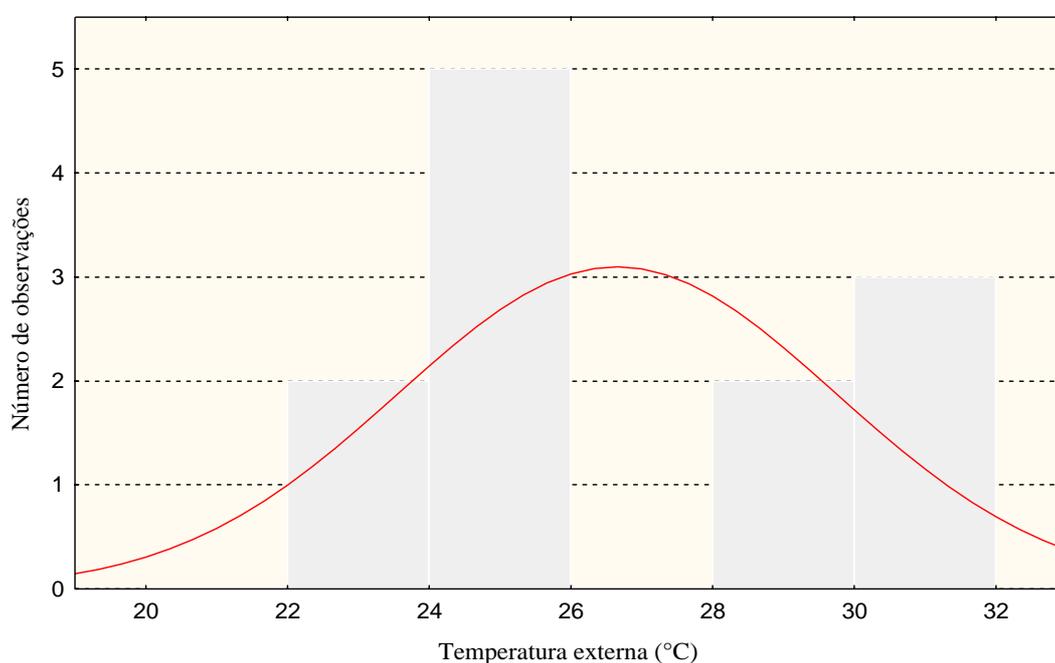
**Figura 4.7:** Distribuição de freqüências dos índices analíticas de conforto para ambientes com ventilação natural (Espaço 01), segundo modelo  $S_{XAVIER}$ .



**Figura 4.8:** Distribuição de freqüências dos índices analíticas de conforto para ambientes condicionados (Espaço 02), segundo modelo  $S_{XAVIER}$ .

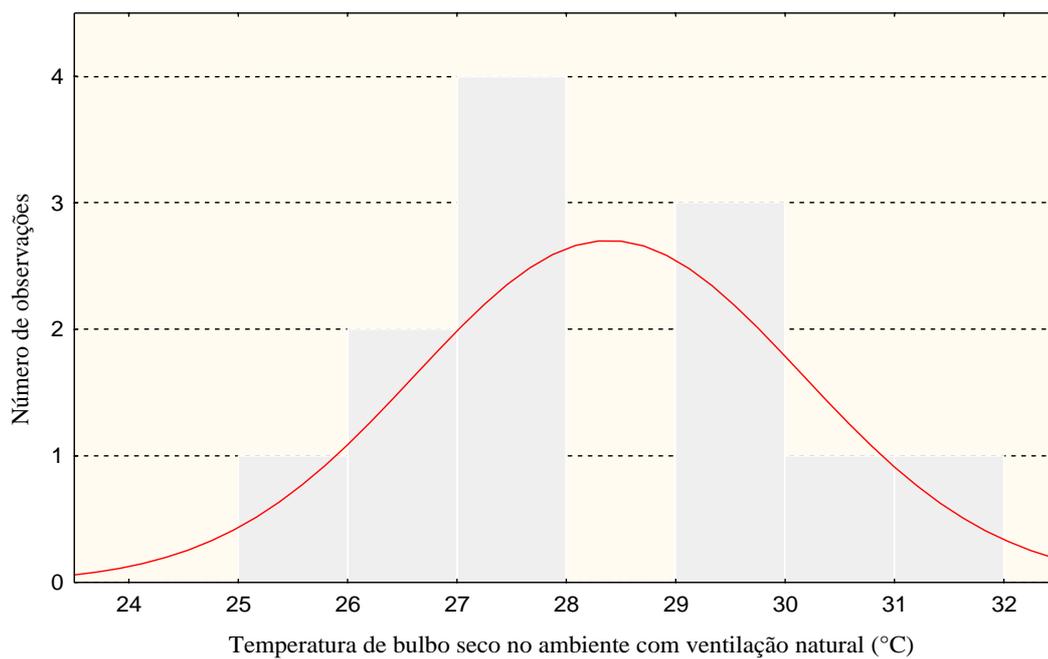
Outras variáveis analisadas foram a temperatura externa e a temperatura de bulbo seco, coletadas no Espaço 01 e 02.

No caso da temperatura externa,  $d_{m\acute{a}x}$ , é igual a 0,18826. Como nessa análise  $d_{m\acute{a}x} < d_{cr\acute{i}tico}$ , não se pode rejeitar a normalidade para esse nível de confiança. A Figura 4.9, abaixo, apresenta o histograma de distribuição de freqüências para os valores da temperatura externa.



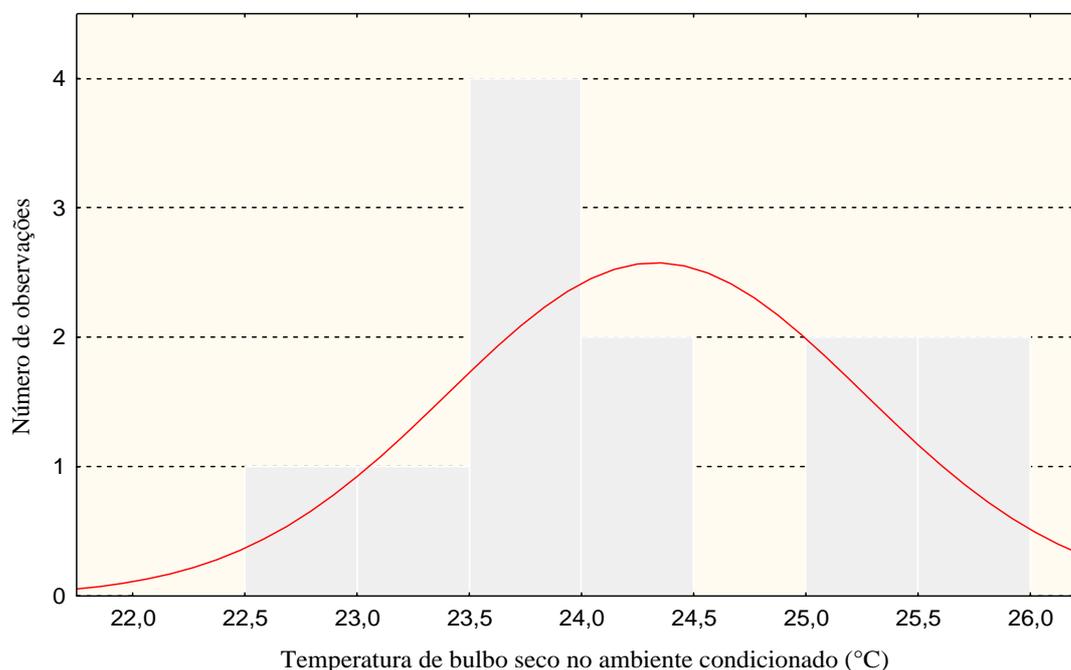
**Figura 4.9:** Distribuição de freqüências da temperatura externa.

A Figura 4.10, abaixo, apresenta o histograma de distribuição de freqüências para os valores de temperatura de bulbo seco coletadas no interior do Espaço 01. Neste caso,  $d_{m\acute{a}x}$ , é igual a 0,18561. Segundo esta análise  $d_{m\acute{a}x} < d_{cr\acute{i}tico}$ , não se rejeita a normalidade.



**Figura 4.10:** Distribuição de freqüências das temperaturas de bulbo seco coletado no interior do Espaço 01.

A Figura 4.11, a seguir, demonstra o histograma de distribuição de freqüências para os valores de temperatura de bulbo seco coletadas no interior do Espaço 02. Segundo esta análise,  $d_{\text{máx}}$ , é igual a 0,28164. Segundo esta análise  $d_{\text{máx}} < d_{\text{crítico}}$ , não se rejeita a normalidade.



**Figura 4.11:** Distribuição de freqüências das temperaturas de bulbo seco coletado no interior do Espaço 02.

#### ***4.2 – Análises comparativas entre os índices analíticos de conforto PMV, $PMV_{NV}$ , $S_{XAVIER}$ e as sensações reais relatadas:***

A norma ISO 7730 (1994) considera que se a equação do PMV como uma resposta racional aproximada para o conforto térmico em termos físicos e psicológicos da transferência de calor. O índice PMV de conforto térmico foi desenvolvido para expressar o estado térmico do corpo humano em termos do ambiente térmico. Entretanto os estudos realizados por FANGER (1970) foram baseados em respostas de indivíduos em condições de temperatura constante em câmaras climatizadas. Espera-se que os votos estimados sejam compatíveis com as sensações relatadas pelas pessoas inseridas em um ambiente real.

Segundo NICOL & HUMPREYS (2001) os problemas crescem quando são usados índices racionais para estimar o conforto térmico em campos de estudo. Primeiramente, os índices racionais requerem conhecimento do isolamento da roupa e taxa metabólica, difíceis de

estimar. HUMPREYS & NICOL (2001) introduziram no PMV variáveis realizando ajuste no PMV. Para os autores este ajuste aumentou a precisão do índice e foi denominado  $PMV_{NV}$ .

XAVIER & LAMBERTS (2001), relatam que a norma não considera as diferenças existentes no clima brasileiro e conseqüentemente a adaptação das pessoas ao clima. Estes autores desenvolveram um método que apresentou melhorias de correlação entre as sensações determinadas pelo método estatístico e as sensações relatadas pelas pessoas, quando comparadas à metodologia proposta nas normas. Esta metodologia determina um índice analítico de conforto aqui denominado  $S_{XAVIER}$ .

O presente estudo tenta verificar a compatibilidade existente entre os índices de estimativa de conforto térmico PMV, índice ajustado  $PMV_{NV}$  e  $S_{XAVIER}$ , comparando os às sensações térmicas relatadas pelos participantes da pesquisa.

#### **4.2.1 – Teste de variância entre as variáveis PMV, o $PMV_{NV}$ , $S_{XAVIER}$ e as sensações reais relatadas:**

Para a realização de tal teste utiliza-se a estatística de análise das variâncias. Segundo FONSECA & MARTINS (1996) trata-se de um método estatístico que verifica se fatores produzem mudanças sistemáticas em alguma variável de interesse. O método desenvolvido por Fisher apresenta duas hipóteses a serem testadas:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_K$  (hipótese nula);
- $H_1 \neq \mu_p$  para  $p \neq q$  (hipótese alternativa).

A aceitação de  $H_0$  revela que o fator considerado não acarreta mudanças significativas na variável de estudo. A rejeição de  $H_0$  indica que o fator considerado exerce influência sobre a variável de estudo.

Com estas considerações, os resultados obtidos foram reunidos em uma tabela de análise de variâncias. A tabela 4.3 apresenta os dados reunidos para o PMV, o  $PMV_{NV}$ ,  $S_{XAVIER}$  e a

sensações reais relatadas pelos usuários do ambiente com ventilação natural (Espaço 01) e para o espaço condicionado (Espaço 02).

**Tabela 4.3:** Teste de variância entre os índices analíticos de conforto PMV,  $PMV_{NV}$ ,  $S_{XAVIER}$  e as sensações reais relatadas nos espaços 01 e 02.

Ambientes	Variáveis	F	p
Espaço 01	PMV	4,2218	0,0509
	$PMV_{NV}$	4,7733	0,0386
	$S_{XAVIER}$	5,9159	0,0229
Espaço 02	PMV	2,3078	0,1597
	$PMV_{NV}$	2,0726	0,1805
	$S_{XAVIER}$	2,7328	0,1293

Comparando o valor de  $F_{calculado}$  e  $F_{crítico}$ , rejeita-se  $H_0$ . Através desta hipótese pode-se dizer, ao nível de confiança de 95%, que os tratamentos apresentam valor médio diferente daquele apresentado pelas sensações reais relatadas pelos usuários. Em relação ao Espaço 02, o grau de significância é estreito não possuindo uma grande representatividade para a situação estudada, ao contrário dos valores atingidos pelo Espaço 01. Porém qual dos tratamentos pode ser compatível com o outro? Será que existe a compatibilidade entre as sensações reais relatadas e um dos índices obtidos analiticamente?

#### 4.2.2 - Análise de correlação para o ambiente naturalmente ventilado, Espaço 01:

Para conferir as respostas a estas perguntas acima, o presente estudo realizou análises de comparativas entre os índices analíticos e os votos dados pelas sensações térmicas dos usuários do Espaço 01.

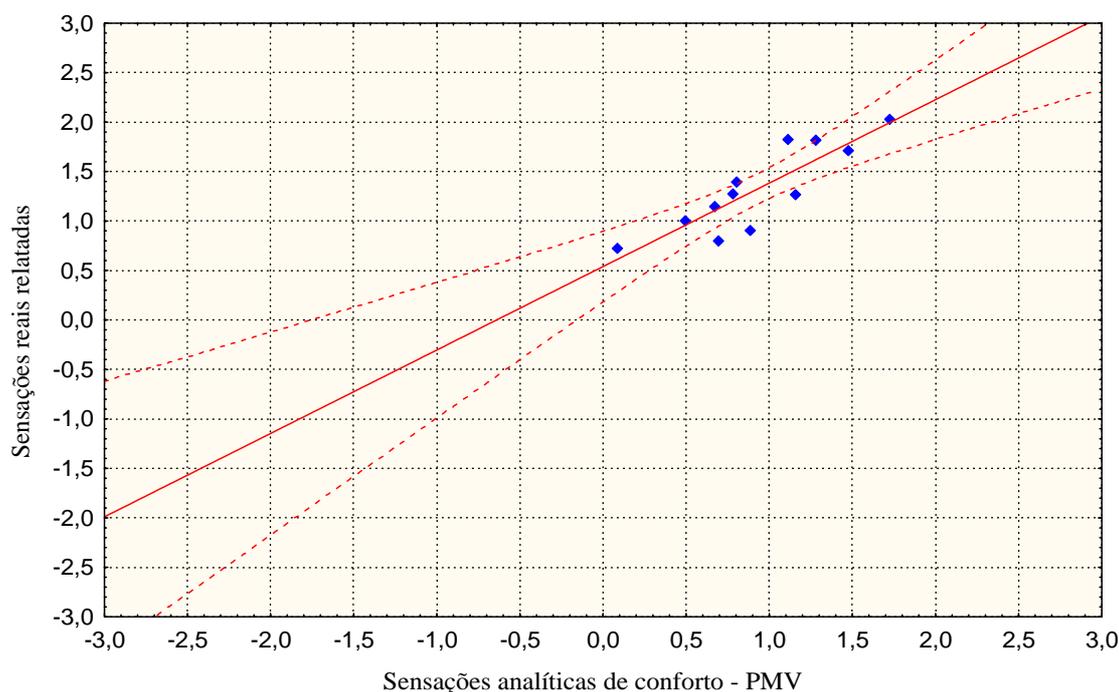
Para tanto, foram realizadas comparações entre as médias obtidas pela pesquisa de campo e as obtidas analiticamente através de correlações lineares não paramétricas, realizadas pelo método de Spearman. A tabela 4.4, abaixo, apresenta o resumo das correlações realizadas entre os índices analíticos de conforto e as sensações reais relatadas pelos usuários do Espaço 01.

**Tabela 4.4:** Correlações entre os índices analíticos de conforto PMV,  $PMV_{NV}$ ,  $S_{XAVIER}$  e as sensações reais relatadas no Espaço 01.

Variáveis	N	R Spearman	T(N-2)	p
Sensações reais relatadas x PMV	12	0,797203	4,175797	0,001900
Sensações reais relatadas x $PMV_{NV}$	12	0,867133	5,505404	0,000260
Sensações reais relatadas x $S_{XAVIER}$	12	0,860140	5,332726	0,000332

A correlação entre as sensações reais relatadas pelos participantes da pesquisa e os índices analíticos de conforto PMV apresenta o valor de correlação, R, igual 0,7972. Para o  $PMV_{NV}$  este valor está em 0,8671. Já para o índice analítico  $S_{XAVIER}$  o valor de correlação é 0,8601. Estes valores caracterizam a seqüência de proximidade das análises estatísticas com os valores reais de sensações térmicas relatadas pelos participantes. No caso todos os índices são significativos estatisticamente e representam as sensações térmicas dos usuários. Porém os valores estabelecidos pelos índices do  $S_{XAVIER}$  sugerem uma melhora na correlação em relação ao PMV. Por sua vez, o índice que apresenta melhor correlação, com as sensações reais relatadas, é o índice analítico  $PMV_{NV}$ .

A figura 4.12 a seguir apresenta a análise de correlação, entre os valores do PMV e os valores das sensações reais relatadas pelos usuários do Espaço 01.



**Figura 4.12:** Correlação entre o PMV e as sensações reais relatadas (Espaço 01).

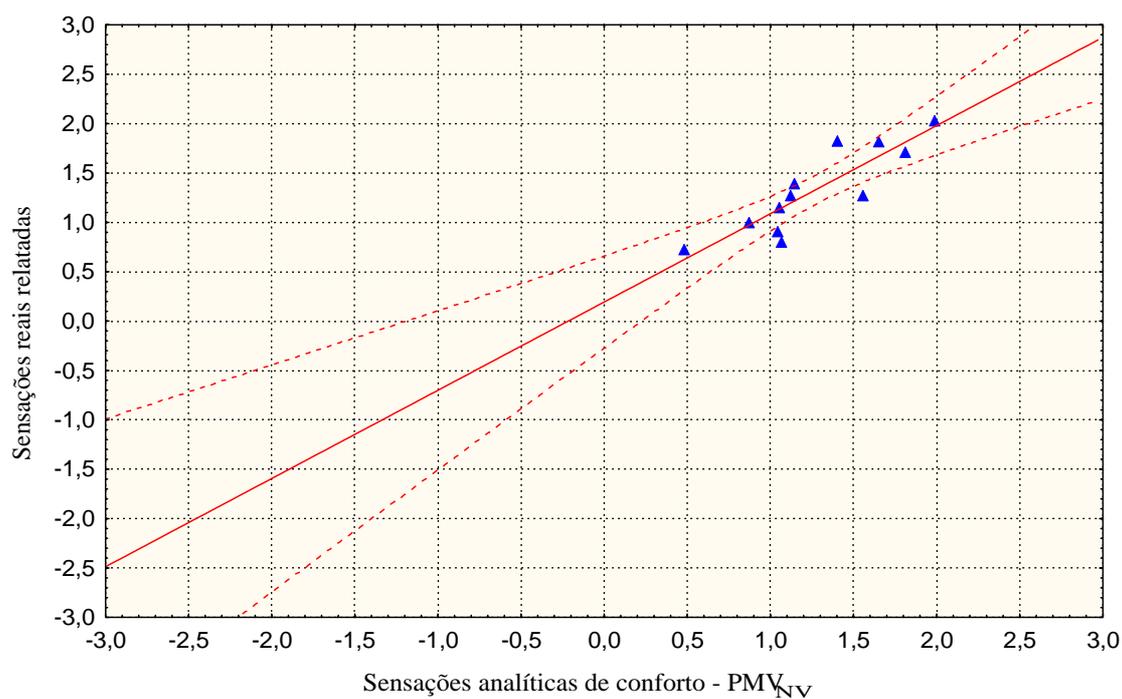
Observa-se, por este gráfico, considerando a própria definição de coeficiente de determinação ou adequabilidade, que 63,55% das variações das sensações reais verificadas são explicadas pelo modelo do PMV. O valor de  $R^2$  igual a 0,6355, foi menor daquele encontrado por XAVIER (1999). Os valores do PMV correlacionados com as sensações reais relatadas por estudantes na cidade de Florianópolis atingiram o valor de  $R^2$ , igual a 0,6666.

Os estudos realizados por XAVIER (1999) consideraram como amostra uma população específica, ou seja, todos alunos de segundo grau com similaridade de idade, classe social, expectativa profissional e que residissem na grande Florianópolis. Este autor considerou ainda possíveis variações psicológicas encontradas nos alunos durante aulas de disciplinas diferentes, sendo as medições realizadas durante a mesma disciplina e com o mesmo professor. No caso aqui estudado houve grande variação na população, devido as diferentes idades dos participantes, a diferença de cargos, bem como, as diferença sócio-culturais existentes entre os indivíduos pesquisados. A heterogeneidade da população pode explicar a diferença existente entre os valores do PMV encontrado na pesquisa realizada por XAVIER

(1999) e os valores encontrados no presente trabalho. Pois esta heterogeneidade acarreta maior variação nos hábitos em relação às vestimentas e maior variação na taxa metabólica.

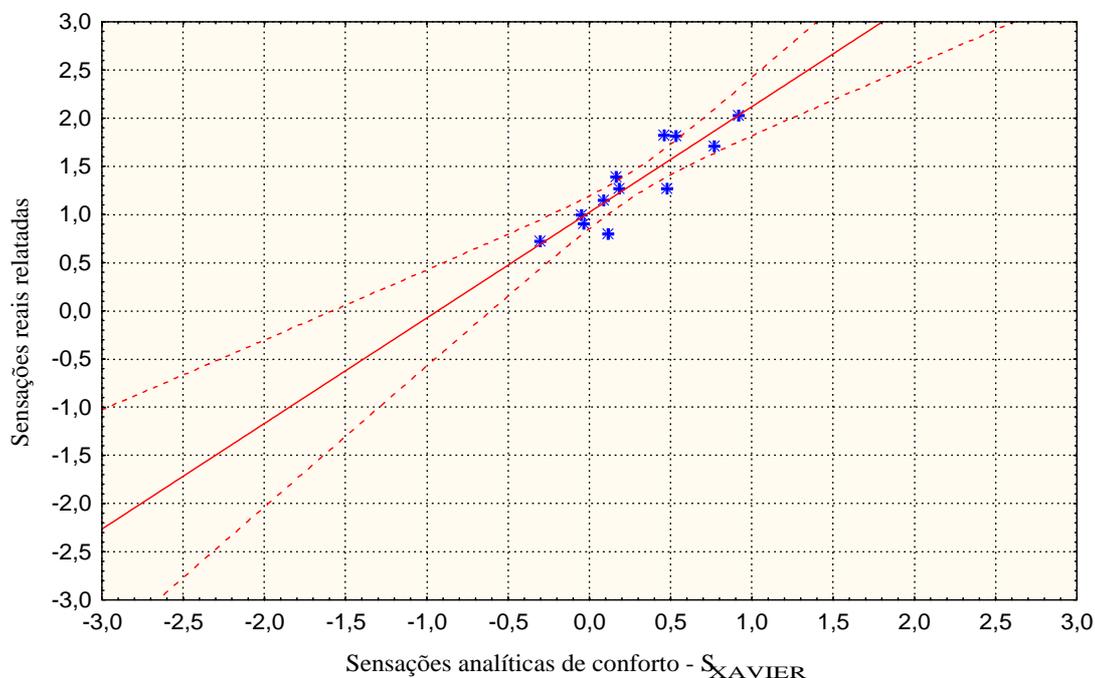
A figura 4.13, a seguir, apresenta o gráfico da análise de correlação, entre os valores do  $PMV_{NV}$  e as sensações reais relatadas pelos usuários do Espaço 01. Para esta correlação o valor de  $R^2$ , é igual a 0,7519. Observa-se que 75,19% das variações das sensações reais verificadas são explicadas pelo  $PMV_{NV}$ .

Como esperado por HUMPHREYS & NICOL (2001), o índice  $PMV_{NV}$  aumentou a precisão da análise estatística dos dados coletados em relação àquela feita pelo modelo PMV. Para estes autores o modelo PMV superestima o calor em ambientes quentes e o frio em ambientes frios.



**Figura 4.13:** Correlação entre o PMV e as sensações reais relatadas (Espaço 01).

A figura 4.14, abaixo, apresenta a análise de correlação linear simples, entre os valores de  $S_{XAVIER}$  e os valores das sensações reais relatadas pelos usuários do Espaço 01.



**Figura 4.14:** Correlação entre o  $S_{XAVIER}$  e as sensações reais relatadas (Espaço 01).

Em seus estudos XAVIER (1999), para estudantes de segundo grau, desempenhando atividades escolares, apresentou um índice que correlacionado com as sensações térmicas relatadas pelos estudantes possibilitou um coeficiente de determinação,  $R^2$  igual a 0,8190. No presente estudo, este índice, aqui denominado  $S_{XAVIER}$ , apresentou um coeficiente de determinação,  $R^2$  igual a 0,7398 quando correlacionadas com as sensações relatadas em indivíduos executando atividades de escritório. Pode-se afirmar que 73,98% das variações nas sensações relatadas em Maringá são explicadas pelo modelo  $S_{XAVIER}$ , contra 82,00% atingidos em Florianópolis.

Para a análise realizada em Florianópolis, XAVIER (1999) determinou duas equações. A primeira, equação 2.9, considerou três variáveis: temperatura operativa, umidade relativa do ar e velocidade relativa do ar. Ao constatar valores baixos para a velocidade relativa do ar, o pesquisador retirou esta variável da equação obtendo a equação 2.10. Esta equação obteve melhores resultados para estimar as sensações de conforto térmico relatadas. Como a

velocidade relativa do ar, nas medições realizadas em Maringá, também apresentaram valores médios abaixo de 0,05 m/s, optou-se por utilizar no presente estudo a equação 2.10.

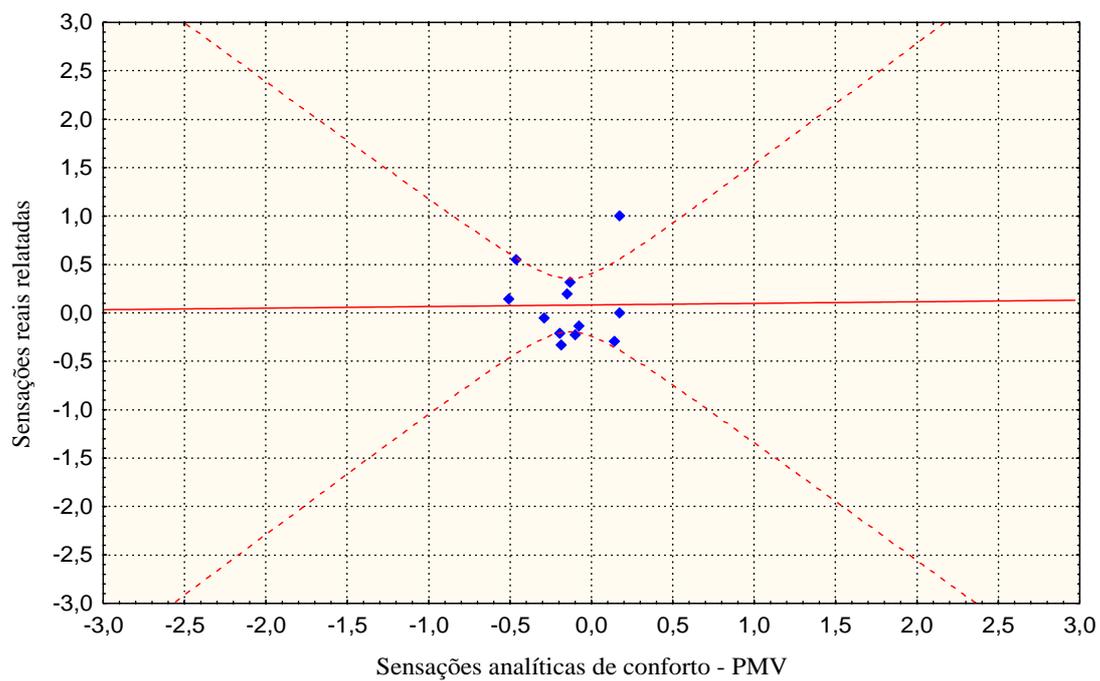
#### 4.2.3 - Análise de correlação para o ambiente condicionado, Espaço 02:

Foram ainda realizadas análises de correlação entre as sensações reais relatadas e os índices analíticos de conforto para o ambiente condicionado. Neste caso não houve grau de significância adequado para a pesquisa. As análises de regressão estão demonstradas na tabela 4.5.

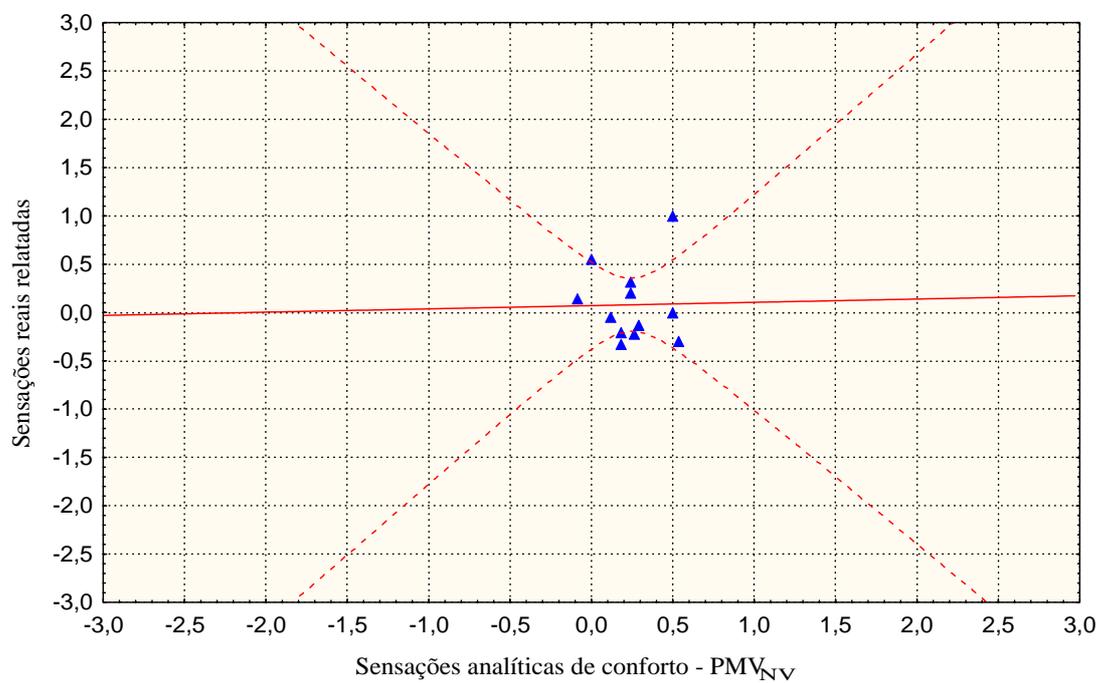
**Tabela 4.5:** Correlações entre os índices analíticos de conforto PMV,  $PMV_{NV}$ ,  $S_{XAVIER}$  e as sensações reais relatadas no Espaço 02.

Variáveis	N	R Spearman	T(N-2)	p
Sensações reais relatadas x PMV	12	- 0,045534	- 0,144141	0,888252
Sensações reais relatadas x $PMV_{NV}$	12	- 0,129597	- 0,413309	0,688104
Sensações reais relatadas x $S_{XAVIER}$	12	- 0,052539	- 0,166374	0,871178

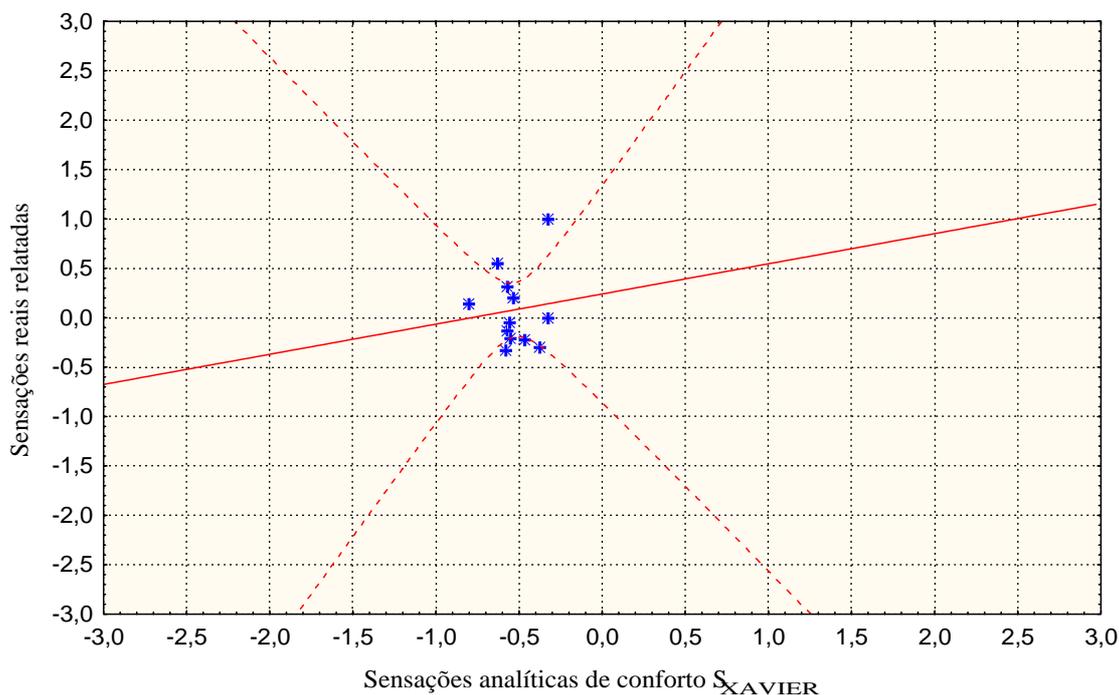
Ao verificarmos os gráficos demonstrados nas figuras 4.15, 4.16 e 4.17, abaixo constatamos a existência de correlações lineares nulas. Neste caso não houve correlação entre as sensações reais relatadas e os índices analíticos de conforto.



**Figura 4.15:** Correlação entre o PMV e as sensações reais relatadas (Espaço 02).



**Figura 4.16:** Correlação entre o PMV<sub>NV</sub> e as sensações reais relatadas (Espaço 02).



**Figura 4.17:** Correlação entre o  $S_{XAVIER}$  e as sensações reais relatadas (Espaço 02).

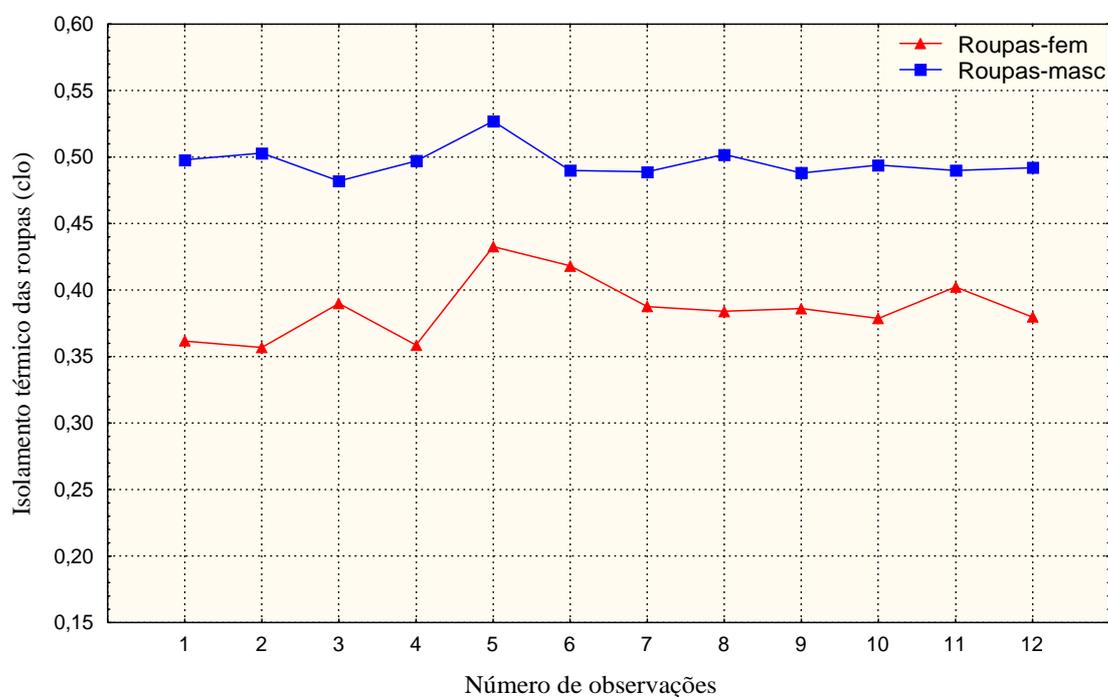
Estas situações de não-correlação são determinadas pela baixa variação das sensações térmicas relatadas. Estas sensações tendem a situar-se na área que determina o valor próximo à neutralidade térmica, ou seja, zero na escala de sete pontos. A não-correlação deste caso determinou que as seqüências das análises fossem realizadas somente no ambiente naturalmente ventilado, denominado neste trabalho como Espaço 01.

### ***4.3 – Índices de conforto térmico e as sensações térmicas relatadas pelos diferentes sexos no ambiente com ventilação natural, Espaço 01:***

O fato das variações das sensações térmicas não corresponderem às sensações reais pode ser às imprecisões nas variáveis consideradas. Segundo HUMPHREYS (2001) índices racionais requerem conhecimento do isolamento da roupa e taxa metabólica, difíceis de estimar. Como a taxa metabólica neste estudo foi considerada constante e igual a  $70 \text{ W/m}^2$ , a variável que produz dúvidas sobre os índices de conforto, é a estimativa do isolamento térmico das roupas.

Esta pesquisa ao iniciar análises das relações do isolamento térmico das roupas com as sensações térmicas dos usuários constatou a diferença no grau de isolamento térmico entre os diferentes sexos. Esta diferença determinou análises comparativas dos índices de conforto ( $PMV$ ,  $PMV_{NV}$  e  $S_{XAVIER}$ ) e as sensações relatadas pelas pessoas pesquisadas a partir dos diferentes sexos.

Os dados obtidas referentes à vestimenta dos entrevistados revelou a tendência do sexo feminino possuir um isolamento térmico menor que o sexo masculino. A comparação do isolamento térmico das vestimentas para os diferentes sexos pode ser visualizada na figura 4.18.



**Figura 4.18:** Isolamento térmico para os diferentes sexos no ambiente com ventilação natural.

O isolamento térmico diferenciado para cada sexo pode determinar diferentes índices e sensações térmicas para cada sexo. Para constatar prováveis diferenças foram realizadas a comparações entre os índices analíticos e as sensações relatadas pelos participantes do sexo feminino e do sexo masculino, de formas separadas.

### 4.3.1 - Análise de correlação considerando os sexos para o ambiente naturalmente ventilado, Espaço 01:

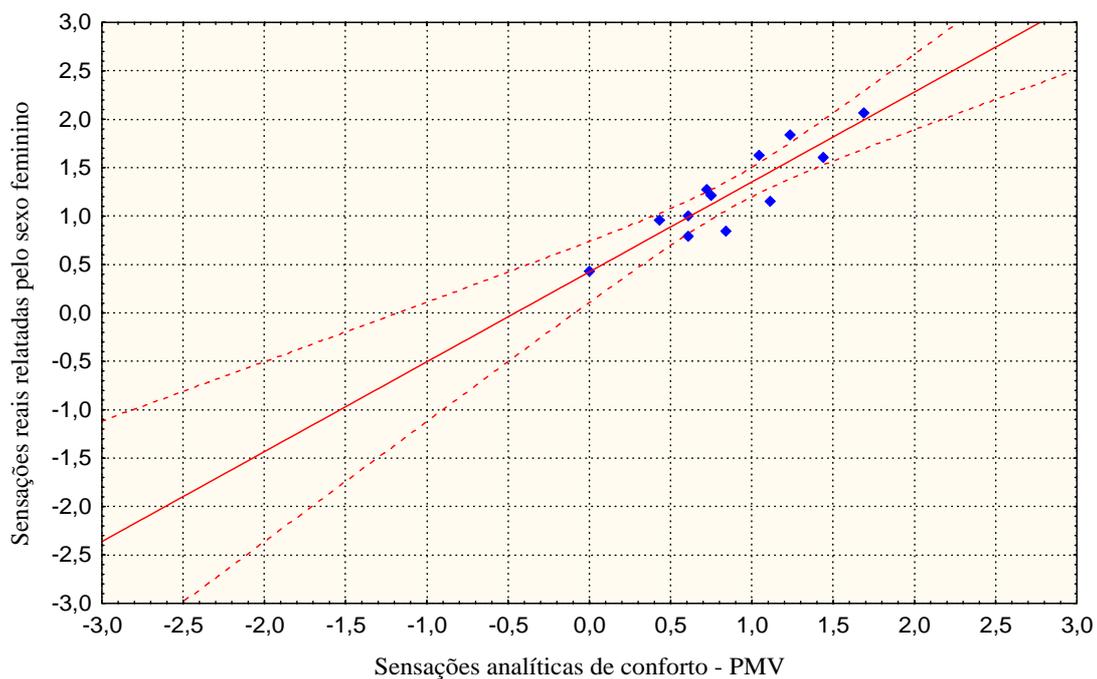
As análises de correlação compararam as médias obtidas pela pesquisa de campo e as obtidas analiticamente através de correlações lineares não paramétricas. A tabela 4.6, a seguir, apresenta o resumo das correlações realizadas entre os índices analíticos de conforto e as sensações reais relatadas pelos usuários do sexo feminino no Espaço 01.

**Tabela 4.6:** Correlações entre os índices analíticos de conforto PMV,  $PMV_{NV}$ ,  $S_{XAVIER}$  e as sensações reais relatadas, considerando o sexo feminino.

Variáveis	N	R Spearman	T(N-2)	p
Sensações reais relatadas x PMV	12	0,825175	4,619464	0,000951
Sensações reais relatadas x $PMV_{NV}$	12	0,902098	6,610605	0,000060
Sensações reais relatadas x $S_{XAVIER}$	12	0,881119	5,892098	0,000153

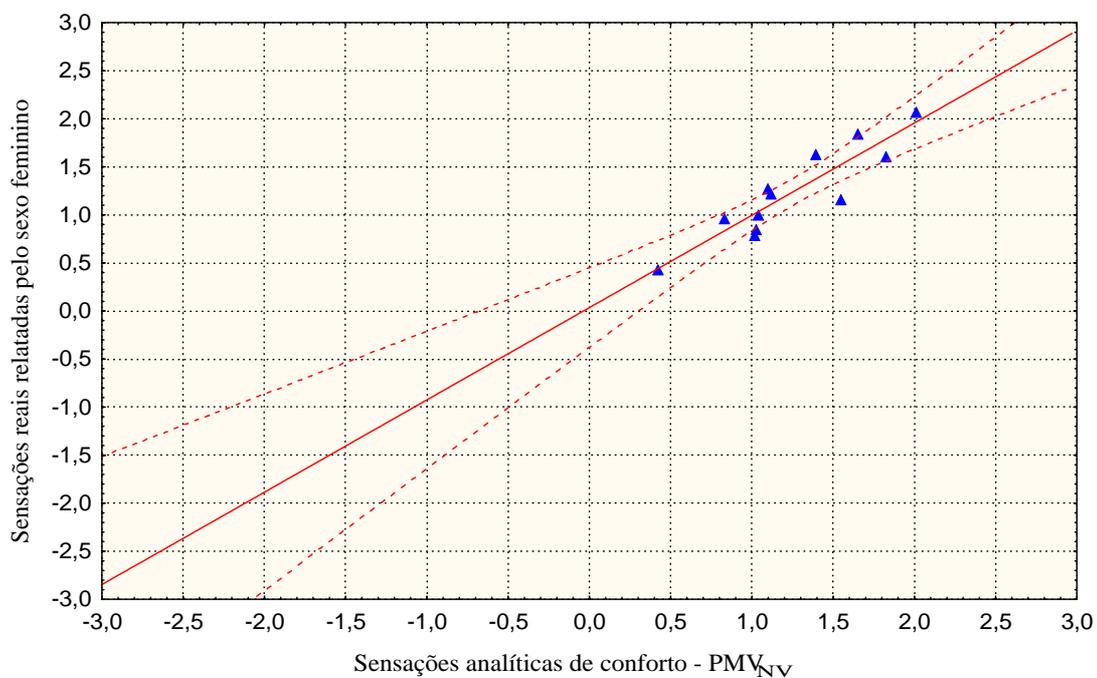
Ao analisarmos os valores de R, verificamos que houve melhora significativa nos índices PMV,  $PMV_{NV}$  e  $S_{XAVIER}$ .

A figura 4.19, a seguir, apresenta a análise de correlação entre o índice analítico PMV e as sensações relatadas pelo sexo feminino para o Espaço 01. Observa-se pelo gráfico que o 68,09% das variações das sensações reais relatadas pelo sexo feminino são explicadas pelo modelo PMV, sendo que o coeficiente de determinação ou adequabilidade,  $R^2$ , atingiu o valor de 0,6809. Cerca de 31,91% das variações nas sensações relatadas, pelo sexo feminino, não são explicadas pelo índice analítico PMV. Comparando à correlação que abrangeu ambos os sexos e a que envolveu somente o sexo feminino, houve melhora no coeficiente de determinação do modelo PMV em 4,60%.



**Figura 4.19:** Correlação entre o PMV e as sensações reais relatadas pelo sexo feminino.

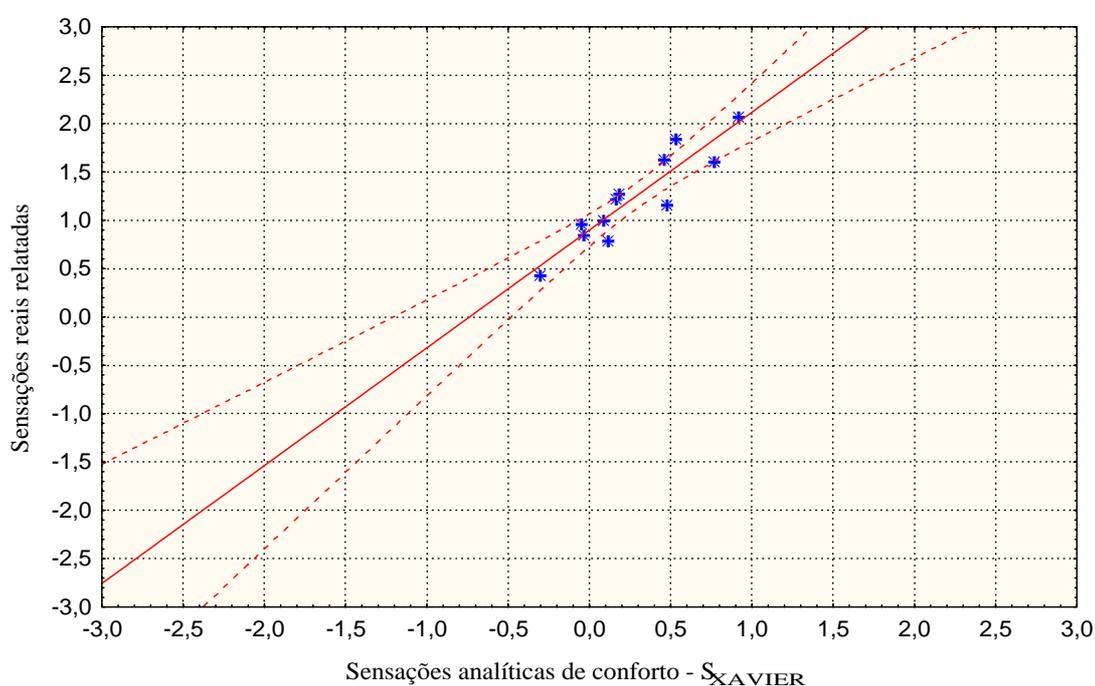
A figura 4.20, a seguir, demonstra a análise de correlação entre as sensações relatadas pelo sexo feminino e o índice analítico  $PMV_{NV}$ .



**Figura 4.20:** Correlação entre o  $PMV_{NV}$  e as sensações reais relatadas pelo sexo feminino.

Para o sexo feminino o  $PMV_{NV}$ , o coeficiente de determinação,  $R^2$  igual a 0,8138. Pode-se afirmar que 81,40% das variações das sensações térmicas do sexo feminino foram explicadas pelo modelo  $PMV_{NV}$ . Para o sexo feminino, o coeficiente de determinação do  $PMV_{NV}$  foi ampliado em 6,20%.

A figura 4.21, a seguir, apresenta a correlação entre o modelo  $S_{XAVIER}$  e as sensações relatadas pelo sexo feminino no ambiente naturalmente ventilado.



**Figura 4. 21:** Correlação entre o  $S_{XAVIER}$  e as sensações reais relatadas pelo sexo feminino.

Para o índice  $S_{XAVIER}$  correlacionado entre as sensações relatadas pelo o sexo feminino, o coeficiente de determinação atingiu o valor de 0,7764. O modelo  $S_{XAVIER}$ , explica cerca de 77,64% das variações das sensações relatadas pelo sexo feminino. Para este sexo o coeficiente de determinação foi ampliado em 3,64%.

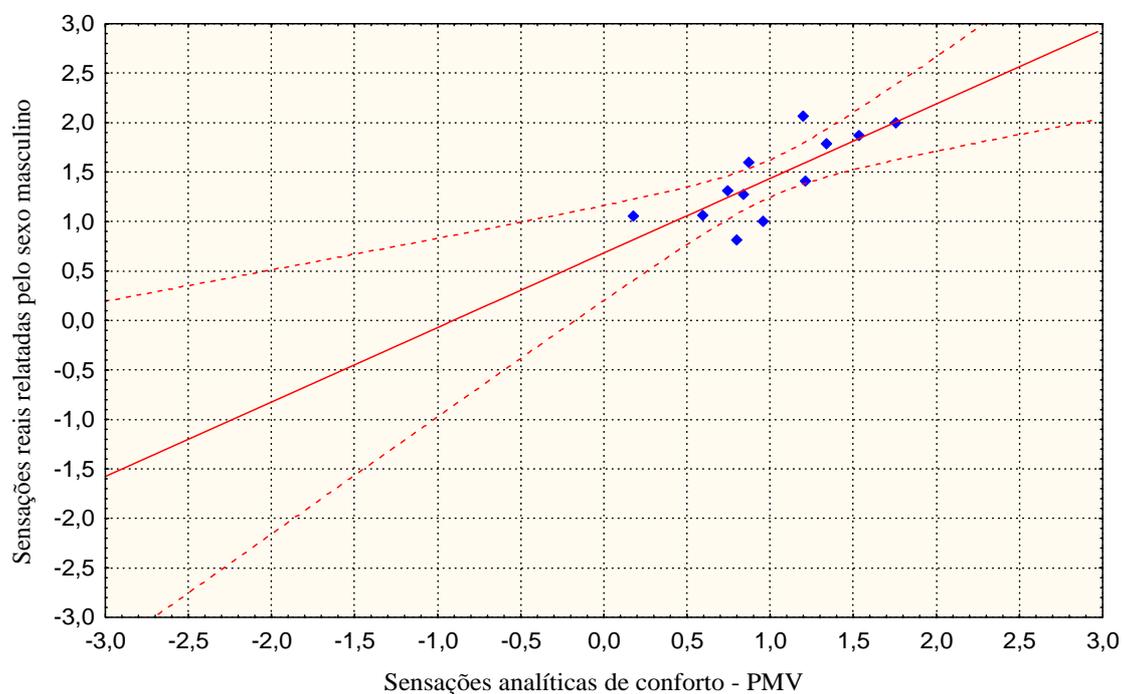
As sensações relatadas sexo masculino pelo sexo masculino forma correlacionadas com os modelos analíticos de conforto, sendo as comparações resumidas na tabela 4.7, a seguir.

**Tabela 4.7:** Correlações entre os índices analíticos de conforto PMV,  $PMV_{NV}$ ,  $S_{XAVIER}$  e as sensações reais relatadas, considerando o sexo masculino.

Variáveis	N	R Spearman	T(N-2)	p
Sensações reais relatadas x PMV	12	0,727273	3,350832	0,007355
Sensações reais relatadas x $PMV_{NV}$	12	0,783217	3,983521	0,002586
Sensações reais relatadas x $S_{XAVIER}$	12	0,790210	4,077536	0,002223

Para as análises com sexo masculino, houve a depreciação dos valores de R, em relação aos valores obtidos em análises com ambos os sexos. O modelo  $S_{XAVIER}$  manteve a melhor representatividade para a situação, agora abordada.

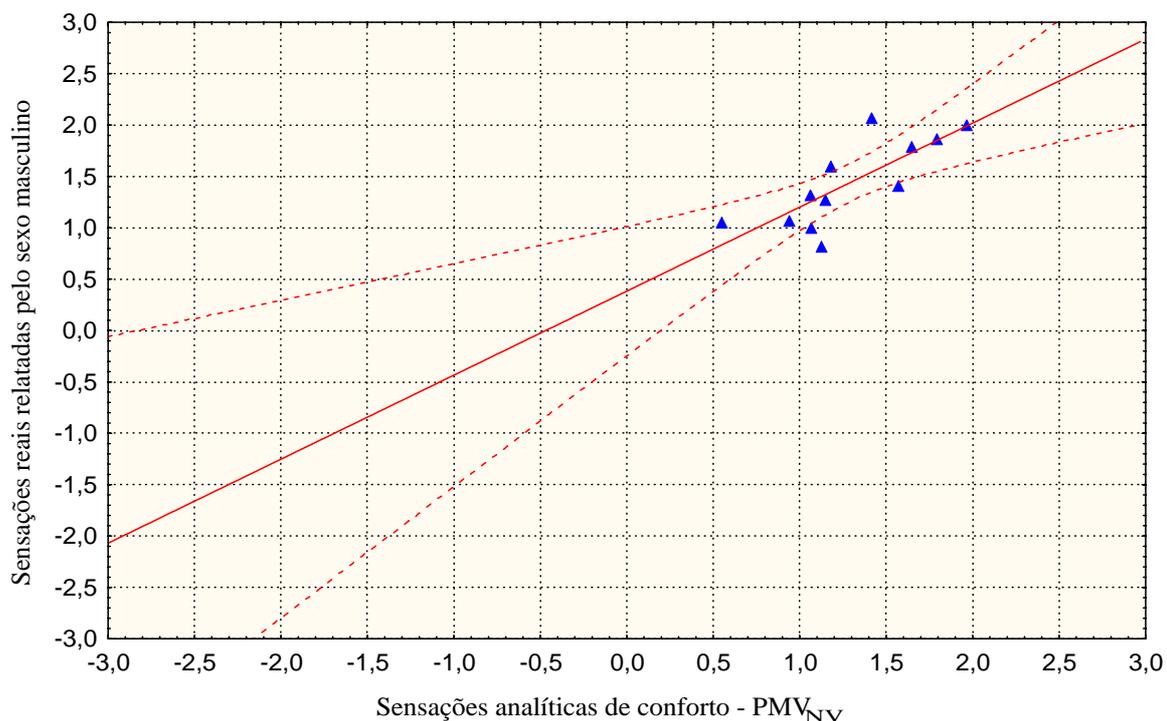
A figura 4.22 apresenta o gráfico da análise feita entre o PMV e as sensações reais relatadas pelo sexo masculino no ambiente naturalmente ventilado.



**Figura 4. 22:** Correlação entre o PMV e as sensações reais relatadas pelo sexo masculino.

Neste caso, o PMV, pelo coeficiente de determinação,  $R^2$  igual a 0,5289, explica cerca de 52,90% das variações das sensações reais verificadas correlação entre o sexo masculino. A depreciação deste modelo é de 10,60% em relação aos valores obtidos na análise de correlação que abrangeu simultaneamente ambos os sexos.

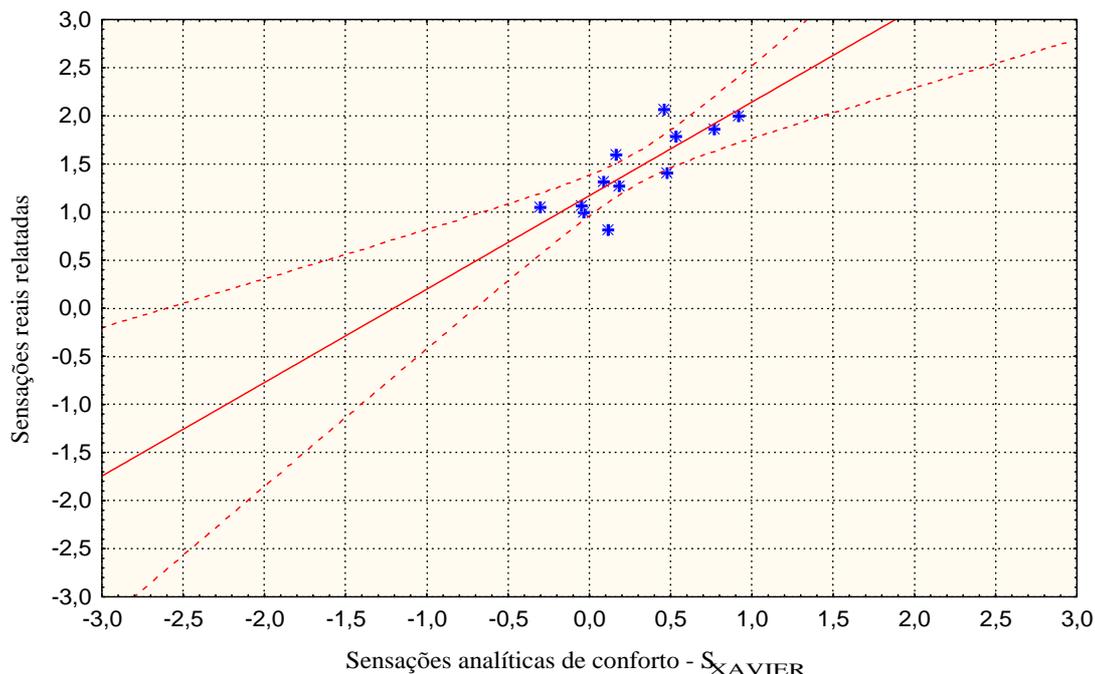
A figura 4.23 apresenta a correlação entre o modelo  $PMV_{NV}$  e as sensações relatadas pelo sexo masculino no ambiente naturalmente ventilado, ou Espaço 01.



**Figura 4. 23:** Correlação entre o  $PMV_{NV}$  e as sensações reais relatadas pelo sexo masculino.

Observa-se, neste caso, que 61,34% das variações das sensações relatadas pelo sexo masculino são explicadas pelo modelo  $PMV_{NV}$ , com coeficiente de determinação ou adequabilidade,  $R^2$  igual a 0,6134. Nesta análise houve um decréscimo em 13,86% nos valores de determinação do  $PMV_{NV}$ , em relação ao mesmo índice aplicado em ambos os sexos.

A figura 4.24, a seguir, demonstra a análise para o sexo masculino entre as variações das sensações térmicas relatadas, através de correlação linear, e o modelo  $S_{XAVIER}$ .



**Figura 4. 24:** Correlação entre o  $S_{XAVIER}$  e as sensações reais relatadas pelo sexo masculino.

O modelo  $S_{XAVIER}$  com coeficiente de determinação,  $R^2$  igual a 0,6244, explica 62,44% das variações das sensações relatadas pelo sexo masculino.  $S_{XAVIER}$ , quando correlacionado, com votos de ambos os sexos, explicou 74,00% das variações das sensações relatadas no Espaço 01. Havendo assim uma depreciação na capacidade estatística do modelo em 11,56%.

#### ***4.4 – Temperatura externa como determinante das sensações de conforto:***

Estudos realizados por HUMPHREYS (1978) demonstrou a forte relação existente entre a temperatura externa e o conforto interno, outros autores como AULICIENS & de DEAR (1986) desenvolveram equações que relacionavam a temperatura externa com a temperatura interna de conforto. HEIDARI & SHARPLES (2001) desenvolveram a mesma relação em estudos realizados no Irã.

O presente estudo verificou a possibilidade de relacionar a temperatura externa com as sensações conforto térmico. Para tanto foi realizada análise regressão para determinar a equação que representasse as sensações de conforto em função da temperatura externa. Fazendo análise de regressão, como sendo a variável dependente as sensações de conforto relatadas, analisada em função da temperatura externa, obtém-se a expressão demonstrada na equação 4.1, abaixo.

$$S_{EST} = 0,12237 \times Tex - 1,937 \quad [4.1].$$

Onde:

$S_{EST}$  = Sensações de conforto estimadas em função da temperatura externa

$Tex$  = Temperatura externa

A tabela 4.8 apresenta os resultados das análises de regressão para as sensações relatadas em função da temperatura externa.

**Tabela 4.8:** Estatística das análises efetuadas.

<b>Estatística de regressão – resumo dos resultados</b>	
Coefficiente de correlação, r.	0,8659
Coefficiente de determinação, R <sup>2</sup> .	0,7498
Coefficiente de determinação, R <sup>2</sup> ajustado.	0,7248
Erro padrão da análise.	0,2291
Número de observações.	12

#### 4.4.1 – Teste de significância do modelo de regressão:

Para verificar a validade do modelo adotado, realizaram-se dois testes de hipóteses. O primeiro é o teste de significância do modelo de regressão. Este teste tem como objetivo determinar se existe relacionamento linear entre a variável dependente,  $S_{EST}$ , e a variável regressora,  $Tex$ . As hipóteses a serem testadas são:

- $H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0$  (hipótese nula, não existe relação linear);
- $H_1: \beta_1 \neq 0$  ou  $\beta_2 \neq 0$  (hipótese alternativa existe relação linear).

Para realizar este teste, utiliza-se de análise de variância, na qual são realizadas comparações entre as variações explicadas pelo modelo de regressão e as variações dos resíduos. Essa relação tem distribuição F (Fischer-Snedecor), e para o caso analisado,  $F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$ ,  $F_{\text{calculado}} = 29,98$  e  $F_{\text{crítico}} = 4,96$ . Desta maneira pode-se afirmar com 100% de confiança, que existe relação linear entre a variável dependente e independente. A tabela 4.9, a seguir apresenta os resultados deste teste de hipótese.

**Tabela 4.9:** Teste de significância do modelo de regressão.

Análise de variância - ANOVA					
	gl	SQ	MQ	F	p
Regressão	1	1,5734	1,5734	29,9824	0,0002
Resíduo	10	0,5247	0,0524		
Total	11	2,0982			

#### 4.4.2 – Teste de significância dos coeficientes parciais de regressão:

Este teste pode ser utilizado para indicar a necessidade de inclusão de novas variáveis ou para a retirada de algumas que já tenham sido introduzidas no modelo. As hipóteses a serem testadas são as mesmas anteriores, porém, neste caso são testadas as significâncias de cada coeficiente parcial de regressão e da constante de regressão.

A variância dos parâmetros possui distribuição t (Student). Para um nível de significância de 0,05, isto é com 95% de confiança. Neste caso o valor  $t_{\text{crítico}}$  é 2,1788. O valor absoluto da estatística t de cada um dos parâmetros analisados deve ser superior ao valor absoluto de  $t_{\text{crítico}}$ , para que o coeficiente seja válido e a variável permaneça no modelo. A tabela 4.10, a seguir, apresenta o resumo deste teste de hipótese.

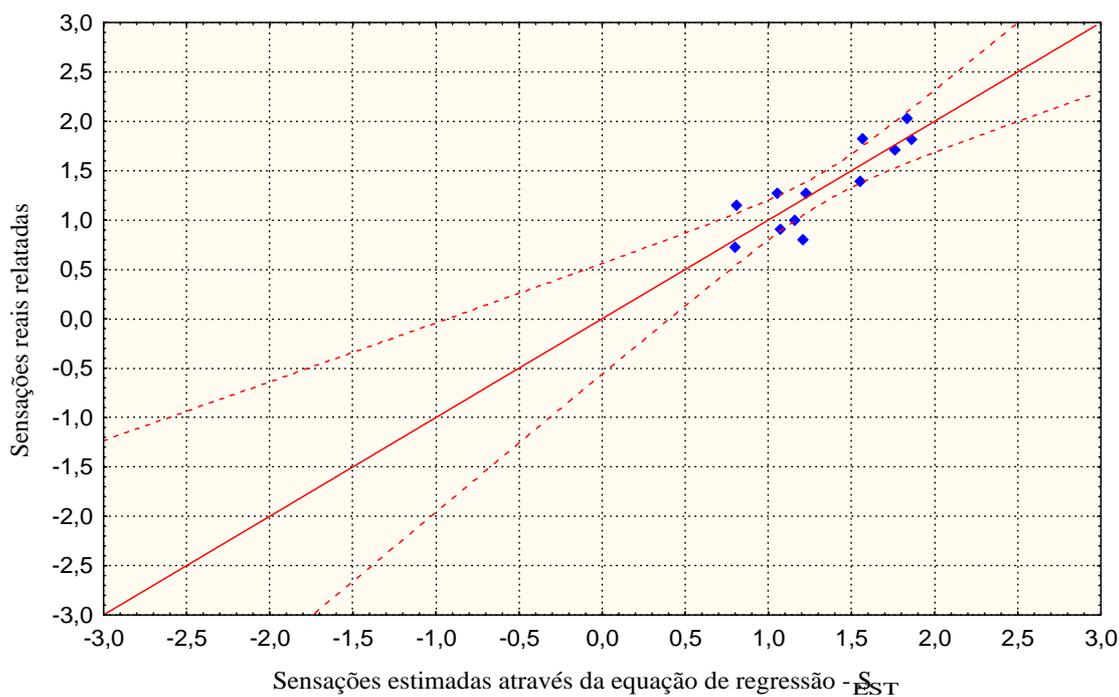
**Tabela 4.10:** Teste de significância dos coeficientes parciais de regressão.

Teste dos parâmetros de regressão				
	Coeficiente	Erro padrão	t	p
Intercepto	-1,9366	0,5993	-3,2315	0,0089
Temperatura externa	0,1224	0,2235	5,4756	0,0002

Pelos dados da tabela anterior verificam-se os seguintes pontos:

- Intercepto: Módulo de  $t = 3,2315 > t_{\text{crítico}} = 2,1788$ ;
- Temperatura externa: Módulo  $t = 5,4756 > t_{\text{crítico}} = 2,1788$ .

Pode-se afirmar com 95% de confiança que os parâmetros parciais de regressão obtidos para o intercepto e para a temperatura externa são validos e consistentes. A figura 4.25 apresenta a correlação entre as sensações reais relatadas e as sensações estimadas através da equação 4.1.

**Figura 4. 25:** Correlação entre o  $S_{EST}$  e as sensações relatadas.

Neste caso o coeficiente de correlação,  $R$  é igual a 0,8659, sendo o coeficiente de determinação,  $R^2$  igual a 0,7498. Pode-se afirmar que 74,98% das variações das sensações relatadas são explicadas pelo modelo  $S_{EST}$ , aproximando-se do desempenho do  $PMV_{NV}$  (75,19%) e superando  $S_{XAVIER}$  (73,98%) e o  $PMV$  (63,55%).

## **5. CONCLUSÕES**

Esta pesquisa procurou analisar os níveis de conforto térmico para indivíduos no desempenho de atividades escriturárias em dois diferentes ambientes: o primeiro sendo um ambiente com ventilação natural e o segundo com condicionamento de ar. Foram comparados três diferentes índices de conforto térmico, observando a capacidade de cada índice para expressar as sensações relatadas pelos usuários dos ambientes pesquisados. Para tanto, foram feitas pesquisas de campo realizadas durante seis dias do mês de agosto, onde foram medidas as variáveis ambientais de interesse, nos dois ambientes pesquisados. Através de questionários foram levantadas todas as variáveis pessoais das pessoas participantes da pesquisa. Os dados, extraídos da pesquisa de campo, foram cruzados gerando valores para os índices analíticos PMV,  $PMV_{NV}$  e  $S_{XAVIER}$ , estes valores foram comparados com as sensações relatadas pelos participantes da pesquisa. Desta forma foi possível estipular qual dos índices citados acima, consegue ser mais preciso para estimar as sensações relatadas.

Ao comparar as estimativas dos índices para os diferentes ambientes, notou-se que, para o ambiente condicionado, os índices não representaram as sensações dos participantes no que se refere ao conforto térmico. Já para o ambiente com ventilação natural foi possível estimar as percepções dos usuários em relação ao seu conforto térmico. Neste caso, o PMV conseguiu estimar 63,55% das variações nas sensações reais verificadas neste ambiente. O índice analítico  $S_{XAVIER}$  explicou 73,98% destas variações. Por sua vez, o  $PMV_{NV}$  estimou 75,19% das variações nas sensações térmicas relatadas. Nesta análise, este índice se mostrou mais eficiente para representar o conforto térmico para indivíduos exercendo atividades escriturárias na cidade de Maringá, noroeste do Paraná.

Outro aspecto importante foi análise em separados dos sexos. Inicialmente notou-se a diferença entre o isolamento térmico entre o sexo masculino e o feminino. O sexo masculino obteve valor médio para o isolamento das roupas igual a 0,496 clo, enquanto as mulheres atingiram valores de apenas 0,386 clo. Deve-se observar que as medições realizadas possuem a limitação na temperatura, apesar das medições serem realizadas em agosto o período registrou temperaturas altas, a média registrada de 26,65°C. A variação entre o isolamento térmico proporcionado para o sexo feminino e para o masculino, determinou diferenças nas sensações relatadas, a média  $s$  para o sexo masculino foi de 1,44, considerando a escala de

sete pontos (-3; 2; 1; 0; 1; 2; 3). O sexo feminino obteve valores médios na ordem de 1,23. As respostas de ambos os sexos as sensações térmicas estão situadas no intervalo entre 1 e 2, valores médios próximos, considerando que as sensações relatadas foram expressas na escala de sete pontos. Observa-se que em um determinado ambiente, se duas pessoas estiverem vestindo roupas com diferentes valores de isolamento térmico, a variação entre as distintas sensações térmicas poderá ser pequena, não significando que uma está sentindo mais frio ou calor que a outra.

A moda ditada para os homens e para as mulheres determinou esta variação. Enquanto os homens costumam utilizar camisas ou camisetas, calças e sapatos no ambiente de trabalho; as mulheres, por sua vez, lançam mão de sandálias, blusas e mini-blusas, saias e vestidos que as tornam adaptadas ou sentindo-se mais confortáveis em relação ao clima existente em Maringá. Esta variação, na forma de vestir de cada pessoa, pode ser considerada um dos mecanismos adaptativos utilizados pelas pessoas para garantir melhor situação de conforto.

Apesar das variações nas sensações de conforto dos sexos ter sido pequena, foi o suficiente para gerar diferenças nos índices analíticos. Para o sexo feminino, os índices aumentaram significativamente o desempenho para estimar as sensações de conforto. O PMV que antes predizia 63,55% das variações nas sensações térmicas, para o sexo feminino explicou 68,09% destas variações. Em seguida  $S_{XAVIER}$  que estimara 73,98% das sensações térmicas relatadas, para o sexo feminino explicou 77,64% das variações. O  $PMV_{NV}$  respondeu anteriormente a 75,19% das sensações relatadas, este modelo explicou 81,40% das variações nas respostas femininas ao conforto térmico. As sensações relatadas pelo sexo masculino reduziram o desempenho dos índices. O PMV conseguiu explicar somente 52,90% das variações relatadas pelos homens. O modelo  $PMV_{NV}$  estimou 61,34% das sensações relatadas pelo sexo masculino. O  $S_{XAVIER}$  explicou 62,44% das variações relatadas pelos homens. Nesta análise o  $S_{XAVIER}$  conseguiu o melhor desempenho dos três índices, diferentemente das outras situações que o  $PMV_{NV}$  obteve os melhores resultados. Desta maneira, recomenda-se que as análises de conforto térmico sejam realizadas distintamente para cada grupo. Este linha de pensamento coincide com as conclusões de XAVIER (1999), ele sugere que sejam extraídas diversas expressões para a determinação da sensação predita. Observa-se, também, que os índices

analíticos melhoram o desempenho para prever as sensações de conforto quando, o caso observado, possui menor variação nas sensações de conforto, como ocorrido para o sexo feminino.

A expressão oriunda da análise de regressão múltipla efetuada entre a temperatura externa e as sensações de conforto relatadas, obteve um bom correlacionamento entre as sensações relatadas e as sensações estimadas. Considerando que o modelo PMV explicou uma parcela de 63,55% das variações ocorridas nas sensações de conforto relatadas pelos participantes da pesquisa. Ao utilizar o modelo de análise de regressão para prever as sensações térmicas, 74,98% das sensações relatadas são explicadas pelo modelo.

### **5.1 Sugestões para trabalhos futuros:**

Como sugestões para trabalhos futuros relacionados ao tema, pode-se destacar os relacionados abaixo, assim pode-se obter melhor entendimento dos estudos de conforto térmico.

- Identificar as vestimentas mais comuns utilizadas em diferentes regiões do Brasil, quantificando o isolamento térmico para cada peça;
- Identificar novos materiais utilizados pela indústria têxtil, na confecção de vestimentas, estabelecendo valores de isolamento térmico para o material, correlacionando o mesmo com os modelos de vestimentas compostos por estes materiais;
- Comparar isolamento térmico dos tecidos tradicionais com novos lançamentos de tecido da indústria têxtil;
- Estudos em relação ao isolamento térmico das vestimentas, comparando resultados com valores tabelados;
- Estudos comparativos entre vários ambientes internos, com enfoque no tipo de atividade exercida no local.
- Estudos de ambientes internos com boa circulação de ar interno, visando a identificar a verdadeira influência desta variável sobre o conforto;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, V. M. D. Condicionantes ambientais e fisiológicas para os usuários das edificações em Natal - RN. **Relatório Parcial, CNPq**, março 1986, p. 04.

ASHRAE. Fundamentals. **American society of heating, refrigerating and air conditioning engineers**, cap. 8: Thermal comfort, Atlanta, 1997.

AULICIENS, A.; DE DEAR, R. Air-conditioning in Austrália – human thermal factors. **Architectural Science Review**, v. 29, 67-75, 1986.

BOUDEN, C.; GHRAB, N. Thermal comfort in Tunisia: Results of a one-year survey. **Proceedings of moving thermal confort standarts into the 21<sup>st</sup> century**, p. 197 – 206, Windsor -UK, 5-8 April 2001.

COSTA NETO. P. L. O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

EALIWA, M. A.; TAKS, A. H.; HOWARTH, A. T.; SEDEN, M.R. An investigation into thermal comfort in the summer season of Ghadames, Lybia. **Building and environment**, Oxford, v. 36, p. 231-237, 2001.

EVANS, J. M. Aplication of comfort standards in practice: The case of Argentina. **Proceedings of moving thermal confort standarts into the 21<sup>st</sup> century**, p. 431 – 438, Windsor -UK, 5-8 April 2001.

FANGER, P. O. **Thermal comfort**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1970.

FANGER, P. O.; TOFTUM, J. Extension of the PMV model to non-air-conditioned building in warm climates. **Energy and buildings**, Oxford, v. 34, p. 533-536, 2002.

FONSECA, J. SIMON; MARTINS, G. ANDRADE. **Curso de estatística**. São Paulo: Atlas, 6<sup>o</sup> ed. 1996.

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

GIVONI, B. **Climate considerations in building and urban design**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1998.

OLESEN, B. W.; PARSONS; K. C. Introduction to thermal comfort standards and to the proposed new version of EN ISO 7730. **Energy and buildings**, Oxford, v. 34, p. 537-548, 2002.

ONG, B. L. Designing for the individual: A radical reading of ISO 7730. In: Nicol F., Humphreys, M., Sykes, O. E Roaf, S. Londres: Chapman & Hall, cap. 7: **Standards for thermal comfort**. 1995.

OSELAND, N. A. Comparison of the predicted and reported thermal sensation vote in homes during winter and summer. **Energy and building**, Oxford, v. 21, p. 45-54, 1994.

HEIDARE, S.; SHARPLES, S. A comparative analysis of short-term and long-term thermal comfort surveys in Iran. **Proceedings of moving thermal confort standarts into the 21<sup>st</sup> century**, p. 223 – 246, Windsor -UK, 5-8 April 2001.

HOLMES, M. J.; POMEROY, E. A practical application of the deterministic comfort model. **Proceedings of moving thermal confort standarts into the 21<sup>st</sup> century**, p. 453 – 464, Windsor -UK, 5-8 April 2001.

HUMPHREYS, M. A. Fields studies of thermal comfort: Compared and applied. **Building services engineer**, Watfort: v. 44, p. 5-27, 1976.

HUMPHREYS, M. A. Outdoor temperatures and comfort indoors. **Building Research and practice**, v. 6, 92-105, 1978.

HUMPHREYS, M. A.; NICOL, J. F. Conflicting criteria for thermal sensation within the Fanger predicted mean vote equation. In: **CIBSE/ASHRAE joint national conference**, Anais. Londres, p. 153-158, 1996.

HUMPHREYS, M. A.; NICOL, J. F. Understanding the adaptive approach to thermal comfort. **ASHRAE Technical data bulletin**, v. 14, p. 1-14, 1998.

HUMPHREYS, M.A.; NICOL, J. F. The validity of ISO-PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments. **Proceedings of moving thermal comfort standards into the 21<sup>st</sup> century**, p. 406 – 430, Windsor -UK, 5-8 April 2001.

ISO 7730. Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. **International Organization for standardization**, Geneva, 1994.

ISO 10551. Ergonomics of the thermal environment – Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. **International Organization for standardization**, Geneva, 1995.

ISO 9920. Ergonomics of the thermal environment – Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble. **International Organization for standardization**, Geneva, 1995.

ISO/DIS 7726. Ergonomics of the thermal environment – Instruments for measuring physical quantities. **International Organization for standardization**, Geneva, 1998.

LEUNG, W. H.; YIK, F. W. H. Thermal comfort model for occupants of residential building in Hong Kong: Preliminary experimental study results. **Proceedings of moving thermal confort standarts into the 21<sup>st</sup> century**, p. 247 – 258, Windsor -UK, 5-8 April 2001.

MCCULLOUGH, E. A. The use of clothing in thermal comfort standards. **Proceedings of moving thermal confort standarts into the 21<sup>st</sup> century**, p. 292 – 300, Windsor -UK, 5-8 April 2001.

MILNE, G. R. Thermal comfort of factory workers in northern India. Londres, In: Nicol, F., Humphreys, M , Sykes, O. e Roaf, S. Londres: Chapman & Hall, cap.23: **Standards for thermal comfort**, 1995.

NELSON, T. M.; NILSSON, T. H.; HOKINS, G. W. Thermal comfort: advantages and deviations. **ASHRAE transaction**, v 93, p 1039-1054, 1987.

NICOL, J. F. et al. A survey of thermal comfort in Pakistani toward new indoor temperature standards. Londres, In: Nicol, F., Humphreys, M , Sykes, O. e Roaf, S. Londres: Chapman & Hall, cap.2: **Standards for thermal comfort**, 1995.

NICOL, J.F.; HUMPHREYS, M. A. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. **Proceedings of moving thermal confort standarts into the 21<sup>st</sup> century**, p. 45 – 57, Windsor -UK, 5-8 April 2001.

PARSONS, K. The estimation of metabolic heat for use in the assessment of thermal comfort. **Proceedings of moving thermal confort standarts into the 21<sup>st</sup> century**, p. 301 – 308, Windsor -UK, 5-8 April 2001.

PIETROBON, C. E.; LAMBERTS, R.; PEREIRA, F. O. R. Normalização para adequação bioclimática de edifícios: Conceituação e exame de caso para Maringá-PR In: **III CONBRABIOMET**, 2001, Maringá. Anais, Maringá, EDUEM, 2001.

TAFFÉ, P. A qualitative response model thermal comfort. **Building and environment**. Oxford, v. 32, p. 115-121, 1997.

XAVIER, A. A. P. **Condições de conforto térmico para estudantes de segundo grau na região de Florianópolis.** Florianópolis, p. 198. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

XAVIER, A. A. P.; J.F.; LAMBERTS, R. Thermal comfort zones for conditioned and free running buildings in Florianópolis, South Brazil. **Proceedings of moving thermal confort standarts into the 21<sup>st</sup> century**, p. 235-246, Windsor -UK, 5-8 April 2001.



**Anexo A:****QUESTIONÁRIO APLICADO**

Prezado senhor (a):

*Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa científica, a respeito das condições de conforto térmico existentes neste edifício. Através de sua participação, teremos condições de determinar e estabelecer as condições e faixas termicamente apropriadas para o bom desempenho de atividades exigidas em seu trabalho. Assim sendo, solicitamos que você responda aos itens abaixo, com a maior sinceridade possível, pois da veracidade das informações, depende o sucesso dessa pesquisa.*

1. Qual a sua idade?

\_\_\_\_\_ anos.

2. Qual seu sexo?

Masculino	<input type="checkbox"/>	Feminino	<input type="checkbox"/>
-----------	--------------------------	----------	--------------------------

3. Qual seu estado de saúde atual? Marque um X em sua opção.

Perfeitas condições de saúde	<input type="checkbox"/>
Condições alteradas de saúde	<input type="checkbox"/>
Se suas condições de saúde estão alteradas, tente escrever o motivo?	
Resfriado	<input type="checkbox"/>
Gripe	<input type="checkbox"/>
Crise alérgica	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>
Se você respondeu outros, qual o motivo?	
Se você é do sexo feminino, você se encontra em situação de tensão pré-menstrual?	
Sim	<input type="checkbox"/>
Não	<input type="checkbox"/>

4. Como você descreveria a maneira que está se sentindo nesse momento? Marque um X em sua opção.

Com muito calor	<input type="checkbox"/>
Com calor	<input type="checkbox"/>
Com um pouquinho de calor	<input type="checkbox"/>
Bem, nem com calor nem com frio	<input type="checkbox"/>
Com um pouquinho de frio	<input type="checkbox"/>
Com frio	<input type="checkbox"/>
Com muito frio	<input type="checkbox"/>

5. Como você gostaria de estar se sentindo nesse momento? Marque um X em sua opção.

Bem mais quente	<input type="checkbox"/>
Mais quente	<input type="checkbox"/>
Um pouquinho mais quente	<input type="checkbox"/>
Assim mesmo, nem mais quente ou frio	<input type="checkbox"/>
Um pouquinho mais frio	<input type="checkbox"/>

Mais frio	
Bem mais frio	

6. Existe uma região determinada de seu corpo que esta no presente momento com desconforto em relação à temperatura?

Sim		Não	
-----	--	-----	--

7. Caso você tenha respondido sim, qual parte de seu corpo estaria com desconforto em relação à temperatura?


8. Você esta com sensação de desconforto em relação a sua vestimenta?

Sim		Não	
-----	--	-----	--

9. Caso você tenha respondido sim, qual peça de roupa causa este desconforto?


10. Marque um X ao lado de cada peça de roupa que você estiver usando nesse momento:

Sapato/tênis		bermuda	
Sandália/chinelo		Calça de tecido fino	
Botina/Bota		Calça jeans	
Meia		Calça de moletom	
Meia ¾ até o joelho		Macacão	
Meia calça		Macacão por cima da roupa	
Cueca		Vestido curto sem manga	
Calcinha		Vestido curto manga curta	
Soutien		Vestido até joelho manga curta	
Ceroulas		Vestido compr. manga curta	
Camiseta regata		Vestido compr. manga longa	
Camiseta manga curta		Vestido tipo jardineira	
Camiseta manga longa		Saia curta de tecido fino	
Camisão manga curta		Saia curta de tecido grosso	
Camisão manga longa		Colete sem mangas fino	
Camisa manga curta		Colete sem mangas grosso	
Camisa manga longa		Suéter manga longa fino	
Mini blusa		Suéter manga longa grosso	
Blusa gola redonda		Jaquetão/japona leve	
Moletom manga longa		Jaquetão/japona grosso	
shorts			

**Sua participação foi muito importante.  
Muito obrigado.**

**Anexo B:****B. 01 - Medições realizadas em ambiente com ventilação natural, dia 20 de agosto de 2002.****Tabela B. 01:** Medição realizada 20/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com ventilação natural.

Nº	Sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	f	19	0,44	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	1	-1
2	f	19	0,38	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	2	-1
3	f	42	0,34	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	2	-1
4	m	17	0,66	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	2	-1
5	f	27	0,44	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0	0
6	m	22	0,45	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	1	-1
7	f	35	0,39	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	2	-2
8	m	39	0,56	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0	0
9	f	17	0,36	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	1	-1
10	f	39	0,34	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	2	-2
11	m	19	0,5	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	1	-1
12	f	44	0,25	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	1	-1
13	m	18	0,5	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	3	3
14	m	17	0,5	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	3	3
15	f	17	0,56	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	-1	1
16	f	17	0,49	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	2	-2
17	f	19	0,35	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	1	-1
18	m	18	0,45	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	2	-2
19	m	17	0,5	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	2	-2
20	f	18	0,38	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0	0
21	f	17	0,34	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	-1	1
22	f	18	0,39	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	-1	1
23	f	17	0,5	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	-1	1
24	f	18	0,39	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0	0
25	f	31	0,34	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0	0
26	f		0,29	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	-1	1
27	f	23	0,29	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	2	-1
28	m	42	0,65	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0	0
29	m	41	0,35	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0	-1
30	m	35	0,5	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0	-1
31	m	45	0,5	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0	0
32	f	37	0,38	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	2	-1
33	m	49	0,38	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0	0
34	m	41	0,49	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0	0
35	m		0,51	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	2	-1
36	m	28	0,51	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0	0
37	f		0,29	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0	0

38	m	19	0,46	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0	0
----	---	----	------	-------	-------	--------	------	-------	---	---

Média	27	0,432	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0,763	-0,45
D.Pad.	11	0,097	0	0	0	0	0	1,173	1,06

Foram apresentados espúrios pelos participantes 14,15 e 23 no que diz respeito a suas preferências térmicas. Sendo validos apenas 35 participantes do total. As médias validas estão demonstradas abaixo:

	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
Média	28	0,424	27,70	26,82	45,40%	0,01	25,70	0,8000	-0,51
D. Pad	11	0,097	0	0	0	0	0	1,0792	1,04

## B. 02 - Medições realizadas em ambiente com ventilação natural, dia 20 de agosto de 2002.

**Tabela B. 02:** Medição realizada 20/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com ventilação natural.

Nº	Sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur%	Va	T-ex	V-real	P-real
1	f	39	0,38	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	-1
2	f	48	0,29	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	2	-2
3	f	24	0,45	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	2	-1
4	m	47	0,45	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	-2
5	m	22	0,56	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	-2
6	f	48	0,4	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	2	-1
7	m	18	0,56	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	-2
8	f	19	0,43	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	2
9	m	17	0,5	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	-1
10	f	17	0,4	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	0	0
11	f	18	0,39	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	1	-1
12	f	19	0,39	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	-2
13	m	17	0,56	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	1	-1
14	m	18	0,45	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	-3
15	m	19	0,5	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	2	-2
16	f	18	0,29	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	1	-1
17	f	18	0,39	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	1	-1
18	f	17	0,34	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	0	-1
19	m	17	0,5	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	-2
20	m	20	0,38	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	-2
21	f	19	0,34	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	1	0
22	m	18	0,5	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	-1	1

23	f	18	0,34	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	0	0
24	f	17	0,34	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	0	0
25	m	19	0,5	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	-1
26	f	23	0,29	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	-2
27	f	21	0,24	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	2	-2
28	m		0,56	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	2	-1
29	m	45	0,54	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	2	-1
30	m	42	0,49	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	0	0
31	m	35	0,51	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	2	-1
32	f	37	0,43	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	-1
33	m	40	0,48	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	2	-2
34	m	41	0,49	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	0	-1
35	m	28	0,51	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	2	-1
36	f		0,39	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	2	-2
37	f	44	0,4	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	-2
38	f	19	0,29	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	2	-1
39	f	39	0,38	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	3	-2

Média	26,6	0,426	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	1,8718	-1,26
D. Pad.	11,3	0,087	0	0	0	0	0	1,174	0,818

Foram apresentados espúrios pelos participantes 8, 22, 25 e 32 no que diz respeito a suas preferências térmicas. Sendo validos apenas 35 participantes do total. As médias validas estão demonstradas abaixo:

	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
Média	26,7	0,421	29,60	28,17	37,77%	0,02	28,63	1,8235	-1,35
D.Pad.	11,5	0,091	0	0	0	0	0	1,086	0,774

### B. 03 - Medições realizadas em ambiente com ventilação natural, dia 21 de agosto de 2002.

**Tabela B. 03:** Medição realizada 21/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com ventilação natural.

Nº	Sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	m	24	0,56	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	1	-1
2	m	22	0,45	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	1	-1
3	f		0,34	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
4	m	17	0,50	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	1	-1
5	f	31	0,34	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	-1
6	f	23	0,29	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	1	-1

7	f	48	0,37	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	2	-1
8	m	39	0,40	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	3	-3
9	f		0,29	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
10	m	39	0,46	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	3	-3
11	m	28	0,51	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
12	m	40	0,48	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	1	0
13	f	37	0,38	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	2	-1
14	m	42	0,65	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
15	m	41	0,45	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
16	m	45	0,50	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
17	m	19	0,46	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	1	-1
18	f	31	0,34	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
19	f		0,29	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
20	f	17	0,56	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	1	-1
21	f	39	0,34	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	1	0
22	f	17	0,55	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	-1	1
23	f	17	0,51	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	1	0
24	f	17	0,49	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	3	2
25	m	18	0,45	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	2	-2
26	m	17	0,50	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	1	-1
27	m	19	0,45	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	1	-1
28	m		0,43	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
29	f	18	0,38	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
30	f	19	0,34	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	1	0
31	f	18	0,44	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
32	m	18	0,50	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	2	-1
33	f	19	0,36	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
34	f	17	0,37	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	-1
35	f	18	0,39	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
36	m	20	0,38	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	3	-2
37	m	43	0,46	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
38	f	35	0,42	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0
39	f	19	0,34	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	-1
40	f	17	0,55	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	1	-1
41	m	39	0,56	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0	0

Média	23,1	0,43	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0,7805	-0,61
D.Pad.	10,5	0,087	0	0	0	0	0	1,013	0,833

Foram apresentados espúrios pelos participantes 24 no que diz respeito a suas preferências térmicas. Sendo validos apenas 40 participantes do total. As médias validas estão demonstradas abaixo:

	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur%	Va	T-ex	V-real	P-real
Média	23,1	0,43	25,30	25,30	49,07%	0,02	22,37	0,7250	-0,6
D.Pad.	10,6	0,087	0	0	0	0	0	0,96	0,841

**B. 04 - Medições realizadas em ambiente com ventilação natural, dia 21 de agosto de 2002.**

**Tabela B. 04:** Medição realizada 21/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com ventilação natural.

Nº	Sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	m	28	0,51	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	2	-1
2	m	55	0,56	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	2	0
3	m	40	0,48	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	1	-1
4	m	42	0,46	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	1	0
5	f	38	0,34	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	0	0
6	m	20	0,50	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	1	0
7	m	22	0,56	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	1	-1
8	f	39	0,38	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	2	-1
9	f	42	0,29	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	2	-2
10	m	43	0,56	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	1	0
11	f	35	0,36	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	2	-2
12	m	43	0,50	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	1	-1
13	f	39	0,34	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	0	0
14	m	18	0,56	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	2	-1
15	f	19	0,43	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	0	-1
16	f	17	0,26	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	0	0
17	m	17	0,50	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	1	-1
18	f	18	0,45	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	3	-2
19	f	18	0,50	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	3	3
20	f	19	0,39	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	2	-1
21	m	18	0,51	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	1	-1
22	f	17	0,36	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	3	-2
23	f	18	0,34	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	0	0
24	f	17	0,34	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	0	-1
25	f	18	0,45	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	0	0
26	m	17	0,40	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	2	-1
27	m	17	0,50	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	1	-1
28	f	18	0,34	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	0	0
29	f	29	0,41	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	2	-1
30	m	19	0,48	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	1	-1
31	f	31	0,34	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	0	-1
32	f	21	0,29	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	2	-2
33	m	45	0,50	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	2	-1

34	f	27	0,45	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	0	0
35	m	42	0,43	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	0	0
36	f	23	0,35	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	2	-2
37	m	19	0,50	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	2	-1
38	m	49	0,44	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	0	0
39	m	39	0,50	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	3	-3
40	f	46	0,25	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	0	0
41	f	48	0,34	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	0	0
42	f	39	0,39	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	2	-2

Média	29,3	0,42	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	1,19	-0,86
D. Pad.	12	0,086	0	0	0	0	0	1,018	0,783

Foram apresentados espúrios pelos participantes 19 no que diz respeito a suas preferências térmicas. Sendo validos apenas 41 participantes do total. As médias validas estão demonstradas abaixo:

	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
Média	29,5	0,42	27,40	26,86	45,96%	0,02	22,43	1,146	-0,85
D. Pad.	12	0,087	0	0	0	0	0	0,989	0,792

## B. 05 - Medições realizadas em ambiente com ventilação natural, dia 22 de agosto de 2002.

**Tabela B. 05:** Medição realizada 22/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com ventilação natural.

Nº	Sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	f	48	0,34	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	-1
2	f	19	0,39	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	-1
3	f	16	0,49	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	-1
4	f	39	0,34	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	0
5	m	39	0,56	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	-1
6	f	35	0,46	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	2	-3
7	m	43	0,56	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	2	-1
8	m	22	0,61	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	2	-1
9	f	39	0,34	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	2	-2
10	m	45	0,5	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	-1
11	f		0,39	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	-3	-3
12	f	19	0,41	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	2	-1
13	m	20	0,53	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	0
14	f	18	0,49	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	-1
15	f	17	0,38	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	2	-2

16	f	39	0,41	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	-2
17	m	19	0,5	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	0
18	m	18	0,4	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	-1
19	m	17	0,5	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	-1
20	f	17	0,5	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	0
21	f	19	0,58	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	0
22	f	19	0,4	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	-1
23	f	17	0,36	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	-1
24	m	17	0,76	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	2	-1
25	m	17	0,5	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	2	-2
26	f	18	0,42	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	0
27	f	18	0,43	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	0
28	f	17	0,44	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	-1
29	m	19	0,56	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	-1
30	m	18	0,5	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	3	3
31	f	17	0,6	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	-1
32	f	19	0,44	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	0
33	m	18	0,56	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	-1
34	f	18	0,43	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1	-1
35	f		0,57	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	0
36	f		0,4	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	-1
37	f	31	0,34	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	-1
38	f	35	0,39	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	2	-1
39	m	41	0,45	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	0
40	m	35	0,5	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	0
41	f	37	0,38	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	3	-3
42	m	40	0,43	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	2	-1
43	m	28	0,51	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	0
44	f		0,52	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0	0

M	35,3	0,468	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	1,0000	-0,89
DP	10,4	0,088	0	0	0	0	0	0,94	0,754

Foram apresentados espúrios pelos participantes 11 e 30 no que diz respeito a suas preferências térmicas. Sendo validos apenas 42 participantes do total. As médias validas estão demonstradas abaixo:

	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
M	25,9	0,469	26,96	26,15	52,53%	0,02	24,60	0,9048	-0,88
DP	10,5	0,09	0	0	0	0	0	0,85	0,772

**B. 06 - Medições realizadas em ambiente com ventilação natural, dia 22 de agosto de 2002.**

**Tabela B. 06:** Medição realizada 22/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com ventilação natural.

Nº	Sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	m	42	0,56	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	0	0
2	f	42	0,34	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	2	-1
3	m	19	0,50	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	0	0
4	f	17	0,55	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	3	-3
5	m	17	0,48	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	3	3
6	f	19	0,38	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	3	-2
7	m	18	0,40	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	2	-2
8	f	17	0,36	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	2	-3
9	f	19	0,32	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	2	-2
10	m	18	0,45	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	2	-2
11	m	18	0,51	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	2	-2
12	m	17	0,45	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	2	-2
13	f	18	0,42	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1	-1
14	f	18	0,43	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1	-1
15	m	20	0,38	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	3	-3
16	m	18	0,50	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1	0
17	m	17	0,56	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	3	-2
18	m	18	0,56	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1	-1
19	f	19	0,42	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1	0
20	f	17	0,58	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1	-1
21	f	31	0,34	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	0	-1
22	f		0,40	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	0	-1
23	f		0,39	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	0	-1
24	m	45	0,50	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1	-1
25	f	44	0,37	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	0	1
26	f	27	0,41	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	0	0
27	f	27	0,49	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1	-1
28	f	39	0,34	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	2	-1
29	m	19	0,54	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	2	-1
30	f	21	0,44	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1	-1
31	m	17	0,66	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	2	-1
32	m	19	0,50	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	3	3
33	m	17	0,56	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	2	-1
34	m	42	0,50	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	0	0
35	f	37	0,38	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	3	-3
36	m	40	0,48	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1	0
37	m	28	0,51	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	2	-2
38	f	16	0,43	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	2	-1
39	m	49	0,38	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	0	0
40	f		0,45	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	0	0
41	m	39	0,40	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	3	-3

42	m	39	0,40	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	3	-3
43	f	18	0,45	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1	-1
44	f	17	0,50	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1	-1
45	f	18	0,43	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1	-1

Média	26,2	0,45	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1,4667	-1,2
D. Pad.	10,6	0,077	0	0	0	0	0	1,057	0,991

Foram apresentados espúrios pelos participantes 5 e 32 no que diz respeito a suas preferências térmicas. Sendo validos apenas 43 participantes do total. As médias validas estão demonstradas abaixo:

	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
Média	25,5	0,45	27,93	27,08	48,55%	0,02	28,50	1,3953	-1,21
D.Pad.	10,7	0,078	0	0	0	0	0	1,027	1,013

### **B. 07 - Medições realizadas em ambiente com ventilação natural, dia 23 de agosto de 2002.**

**Tabela B. 07:** Medição realizada 23/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com ventilação natural.

Nº	Sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	f	35	0,39	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	2	-3
2	f	41	0,39	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	0
3	m	47	0,48	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	1	-1
4	f		0,45	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	0
5	m	39	0,4	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	2	-1
6	m	39	0,51	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	0
7	m	43	0,5	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	0
8	f	42	0,41	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	2	-1
9	f	39	0,43	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	3	-3
10	f	17	0,36	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	1	-1
11	m	19	0,45	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	1	-1
12	f	17	0,29	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	1	-1
13	m	18	0,56	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	2	-1
14	m	17	0,5	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	1	-1
15	f	18	0,34	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	0
16	f	17	0,34	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	0
17	f	18	0,49	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	1	-1
18	f	19	0,29	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	1	-1
19	f	17	0,56	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	2	-2
20	m	18	0,45	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	3	-3
21	m	18	0,5	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	2	-2
22	f	19	0,43	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	0

23	f	17	0,39	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	0
24	m	17	0,45	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	2	-2
25	f	18	0,29	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	3	-2
26	f	18	0,47	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	1	-1
27	f	18	0,39	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	1	-1
28	f	19	0,42	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	1	0
29	m	18	0,56	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	0
30	f	17	0,34	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	0
31	f	19	0,41	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	0
32	m	19	0,5	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	0
33	f	31	0,34	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	0
34	f		0,4	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	2	-1
35	f	21	0,39	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	1	-1
36	f	23	0,29	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	1	-1
37	m	45	0,5	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	-1
38	m	42	0,5	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	0	0
39	f	37	0,38	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	3	-1
40	m	40	0,48	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	2	-1

Média	34,7	0,426	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	1,0500	-0,88
D. Pad.	10,8	0,076	0	0	0	0	0	1,011	0,883

Foram apresentados espúrios pelos participantes 39 no que diz respeito a suas preferências térmicas. Sendo validos apenas 39 participantes do total. As médias validas estão demonstradas abaixo:

	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
Média	25,4	0,427	26,86	26,14	50,34%	0,01	25,30	1,0000	-0,87
D. Pad.	10,8	0,077	0	0	0	0	0	0,973	0,894

### B. 08 - Medições realizadas em ambiente com ventilação natural, dia 23 de agosto de 2002.

**Tabela B. 08:** Medição realizada 23/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com ventilação natural.

Nº	Sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	f	37	0,38	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-2
2	m	20	0,44	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-3
3	f	18	0,34	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	1	-1
4	f	18	0,47	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	1	-1
5	f	18	0,29	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-3
6	m	18	0,62	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-2

7	f	19	0,42	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	1	0
8	f	17	0,34	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	1	-1
9	f	19	0,41	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	0	0
10	f		0,39	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	0	-1
11	f	21	0,39	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	2	-2
12	f		0,42	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-2
13	f	31	0,34	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	1	-2
14	m	45	0,5	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	1	-1
15	m	41	0,51	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	1	-1
16	m	42	0,5	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	0	0
17	m	35	0,56	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	2	-2
18	m	28	0,51	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	2	-2
19	f		0,4	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	2	-2
20	m	39	0,48	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	2	-2
21	m	49	0,44	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	0	0
22	m	49	0,38	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	0	0
23	f	44	0,43	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-3
24	f	39	0,4	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	2	0
25	f	48	0,4	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-3
26	m		0,41	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	2	-1
27	f	16	0,41	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	2	0
28	m	40	0,56	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-2
29	f	35	0,41	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-3
30	m	43	0,56	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	2	-1
31	m	39	0,45	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	0	0
32	m	43	0,56	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	1	-1
33	f	17	0,29	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	1	-1
34	m	18	0,56	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-3
35	f	19	0,29	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-2
36	f	17	0,56	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-3
37	m	18	0,54	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-2
38	f	18	0,4	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	1	-1
39	f	17	0,4	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	0	0
40	f	18	0,34	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	2	-1
41	f	17	0,29	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	2	-1
42	m	17	0,95	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	2	-1
43	f	19	0,39	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-3
44	m	19	0,5	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-3
45	m	17	0,45	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	3	-2
Média		23,5	0,436	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	1,8444	-1,49
D. Pad.		11,9	0,084	0	0	0	0	0	1,107	1,036

Foram apresentados espúrios pelos participantes 42 no que diz respeito a suas preferências térmicas. Sendo validos apenas 44 participantes do total. As médias validas estão demonstradas abaixo:

	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
Média	28,1	0,435	29,63	28,80	40,91%	0,01	31,03	1,8182	-1,5
D. Pad.	11,9	0,085	0	0	0	0	0	1,105	1,045

### B. 09 - Medições realizadas em ambiente com ventilação natural, dia 26 de agosto de 2002.

**Tabela B. 09:** Medição realizada 20/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com ventilação natural.

Nº	Sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	f		0,34	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	-1
2	m	20	0,56	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	2	0
3	f	42	0,34	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	2	-1
4	m	39	0,41	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	0
5	m	43	0,53	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	3	3
6	f	41	0,45	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1	-1
7	f	35	0,39	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	2	-2
8	m	43	0,56	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1	-1
9	f	17	0,29	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1	-1
10	m	18	0,56	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	2	-1
11	m	17	0,5	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1	-1
12	m	20	0,5	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	-1
13	f	18	0,39	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	0
14	f	18	0,33	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1	-1
15	f	17	0,44	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	2	-2
16	f	19	0,29	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1	-1
17	f	19	0,49	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1	-1
18	m	18	0,5	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	2	-2
19	f	17	0,42	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	0
20	m	18	0,48	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	3	-3
21	m	17	0,5	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	3	-2
22	m	20	0,38	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	3	-3
23	m	18	0,5	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	3	3
24	f	18	0,34	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	3	-2
25	m	19	0,5	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	0
26	f	19	0,39	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1	0
27	m	18	0,51	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	0
28	f	17	0,39	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	0
29	f	19	0,42	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	0
30	m	19	1,2	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	-2	-1

31	f	31	0,36	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	-1
32	f	21	0,39	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1	-1
33	f		0,4	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	2	-2
34	m	41	0,5	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	-1
35	m	42	0,5	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	0
36	m	35	0,48	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1	-1
37	m	45	0,5	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1	-1
38	f	37	0,38	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	2	-1
39	m	40	0,56	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	2	-1
40	m		0,51	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	2	-1
41	m	49	0,38	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1	-1
42	f	16	0,43	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	3	3
43	m	28	0,45	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	2	-2
44	m	39	0,4	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	2	-1
45	f		0,35	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	0
46	f	48	0,37	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	3	-2
47	f	39	0,4	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	0
48	f	27	0,45	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1	-1
49	f	39	0,36	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	0	0
50	f	44	0,48	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	3	-2
51	f	19	0,39	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	3	-3

Média	27,7	0,44	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1,373	-0,96
D. Pad.	11,3	0,07	0	0	0	0	0	1,131	0,999

Foram apresentados espúrios pelos participantes 5, 30 e 42 no que diz respeito a suas preferências térmicas e roupas. Sendo validos apenas 48 participantes do total. As médias validas estão demonstradas abaixo:

	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
Média	27,8	0,43	29,30	28,63	34,36%	0,00	25,83	1,271	-0,96
D. Pad.	11,2	0,07	0	0	0	0	0	1,086	1,031

## B. 10 - Medições realizadas em ambiente com ventilação natural, dia 26 de agosto de 2002.

**Tabela B. 10:** Medição realizada 20/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com ventilação natural.

Nº	Sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	m	39	0,35	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	1	-1
2	m	22	0,5	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-2
3	M	43	0,5	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2	-2
4	F	17	0,31	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	1	-1

5	F	39	0,39	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2	-2
6	F	18	0,29	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-1
7	F	18	0,29	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-1
8	M	18	0,56	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-3
9	f	18	0,39	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	1	-1
10	f	17	0,34	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	1	-1
11	f	17	0,44	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2	-2
12	f	19	0,43	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-3
13	m	18	0,5	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-3
14	m	18	0,62	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-3
15	m	17	0,53	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-3
16	m	20	0,38	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-3
17	f	18	0,45	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2	-1
18	f	18	0,38	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	1	-1
19	m	18	0,51	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2	-1
20	m	19	0,5	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-1
21	f	31	0,34	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-1
22	f		0,34	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-2
23	m	45	0,5	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	1	-1
24	m	41	0,5	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2	-1
25	m	42	0,56	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	0	0
26	m	35	0,48	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2	-2
27	f	37	0,44	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2	-2
28	m	40	0,48	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2	-2
29	f	39	0,4	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2	-1
30	f	48	0,34	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-3
31	m	49	0,38	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	0	0
32	m		0,48	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2	-1
33	f	16	0,43	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-1
34	m	28	0,51	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2	-2
35	m	39	0,56	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2	-1
36	f		0,35	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2	-2
37	m	17	0,56	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-1
38	m	43	0,53	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-1
39	f	35	0,39	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	3	-3

Média	28	0,442	30,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2,179	-1,615
D. Pad.	12	0,086	0	0	0	0	0	0,885	0,877

Foram apresentados espúrios pelos participantes 6, 20, 21, 33, 37 e 38 no que diz respeito a suas preferências térmicas e roupas. Sendo validos apenas 33 participantes do total. As médias validas estão demonstradas abaixo:

	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
Média	29	0,442	31,46	30,61	30,53%	0,02	30,80	2,0303	-1,727
D. Pad.	12	0,083	0	0	0	0	0	0,883	0,9108

### B. 11 - Medições realizadas em ambiente com ventilação natural, dia 28 de agosto de 2002.

**Tabela B. 11:** Medição realizada 20/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com ventilação natural.

Nº	Sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	m	17	0,50	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-2
2	m	18	0,39	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	0	0
3	f	18	0,34	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	1	-1
4	m	18	0,50	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	3	3
5	f	17	0,44	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	0	0
6	f	19	0,33	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-2
7	m	18	0,56	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-2
8	f	17	0,54	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-2
9	m	18	0,45	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-2
10	f	18	0,29	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	1	-1
1	f	17	0,34	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	0	0
112	m	43	0,50	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-1
13	f	35	0,42	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-1
14	m	22	0,43	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	1	-1
15	m	39	0,56	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	0	0
16	f	17	0,56	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-2
17	f	39	0,34	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-2
18	m	18	0,54	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-2
19	m	17	0,50	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	1	-1
20	m	20	0,48	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	0	0
21	f	18	0,34	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-1
22	f	18	0,34	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	3	-2
23	f	37	0,38	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-1
24	m	44	0,46	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	1	-1
25	m	47	0,44	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	1	-1
26	f		0,35	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	0	0
27	f	16	0,38	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-1
28	m	28	0,49	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	1	-1
29	m	55	0,51	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	1	0
30	m	39	0,56	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-2
31	m	20	0,38	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	3	-3
32	f	18	0,56	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	1	0
33	f	17	0,65	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	0	0
34	f	19	0,55	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	0	0

35	f		0,29	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	0	-1
36	f		0,34	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-1
37	f	31	0,29	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	0	0
38	f	23	0,34	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-1
39	m	40	0,48	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-1
40	f	39	0,44	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	2	-2
41	m	45	0,5	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	1	-1
42	m	41	0,5	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	0	-1
43	m	42	0,5	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	0	0
44	m	35	0,56	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	1	-1

Média	27,2	0,446	27,83	27,34	41,96%	0,02	24,43	1,273	-0,932
D. Pad.	11,6	0,093	0	0	0	0	0	0,949	0,998

## B. 12 - Medições realizadas em ambiente com ventilação natural, dia 28 de agosto de 2002.

**Tabela B. 12:** Medição realizada 20/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com ventilação natural.

Nº	Sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	f	42	0,34	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-1
2	f	35	0,42	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-2
3	m	43	0,52	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-1
3	m	22	0,45	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-2
4	f	17	0,31	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	1	-1
5	f	18	0,34	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-1
6	f	17	0,38	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	1	-1
7	f	18	0,34	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	1	-1
8	m	17	0,50	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	-1	-1
9	f	19	0,34	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-2
10	f	17	0,49	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	0	0
11	f	17	0,54	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	3	-3
12	m	18	0,45	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	3	-3
13	m	17	0,50	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	3	-3
14	m	18	0,50	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	3	-3
15	f		0,34	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	1	-2
16	f	18	0,34	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	1	-1
17	m	18	0,51	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-1
18	f	19	0,34	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	1	0
19	f	17	0,49	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	1	-1
20	f		0,34	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	1	-1
21	f		0,34	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-1
22	m	19	0,45	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-1

23	f		0,36	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-1
24	f		0,32	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	3	-3
25	m	45	0,50	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	3	-1
26	m	41	0,50	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-1
27	m	42	0,50	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	0	0
28	m	35	0,54	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-2
29	f	37	0,38	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	3	3
30	m	40	0,50	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-2
31	f	16	0,43	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	3	-1
32	m	28	0,51	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-2
33	m	55	0,51	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	1	-1
34	m	39	0,56	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-2
35	m	49	0,38	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	0	0
36	f		0,35	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	2	-2
37	f	48	0,34	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	3	-3
38	f	27	0,45	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	1	-1
39	f	27	0,45	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	1	-1
40	f	19	0,39	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	1	-1
<hr/>										
Média		27,8	0,43	30,70	29,97	35,37%	0,02	30,21	1,805	-1,317
D. Pad.		12,2	0,08	0,00	0,00	0,00%	0	0,00	0,901	1,105

Foram apresentados espúrios pelos participantes 8, 25 e 31 no que diz respeito a suas preferências térmicas e roupas. Sendo validos apenas 37 participantes do total. As médias validas estão demonstradas abaixo:

	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
Média	28	0,424	30,7	30,0	35%	0,02	30,2	1,7105	-1,34
D. Pad.	12	0,079	0	0	0	0	0	0,867	1,146

**Anexo C:****C. 01 - Medições realizadas em ambiente com condicionamento de ar, dia 20 de agosto de 2002.****Tabela C. 01:** Medição realizada 20/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com condicionamento de ar.

Nº	Sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	m	24	0,45	22,77	23,15	53,22%	0,01	25,70	0	0
2	m	25	0,66	22,77	23,15	53,22%	0,01	25,70	-1	0
3	f	26	0,39	22,77	23,15	53,22%	0,01	25,70	0	-1
4	f	26	0,55	22,77	23,15	53,22%	0,01	25,70	0	1
5	m	29	0,56	22,77	23,15	53,22%	0,01	25,70	0	0
6	m	40	0,56	22,77	23,15	53,22%	0,01	25,70	0	0
8	f	48	0,34	22,77	23,15	53,22%	0,01	25,70	2	-1
Média		31,1	0,501	22,77	23,15	53,22%	0,01	25,7	0,1429	-0,142
D. Pad.		9,48	0,12	0	0	0	0	0	0,983	0,752

**C. 02 - Medições realizadas em ambiente com condicionamento de ar dia 20 de agosto de 2002.****Tabela C. 02:** Medição realizada 20/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com condicionamento de ar.

Nº	sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	m	23	0,56	24,00	24,09	48,84%	0,02	28,63	0	-1
2	m	24	0,56	24,00	24,09	48,84%	0,02	28,63	1	-1
3	m	25	0,5	24,00	24,09	48,84%	0,02	28,63	0	-1
4	f	26	0,39	24,00	24,09	48,84%	0,02	28,63	0	0
5	m	29	0,5	24,00	24,09	48,84%	0,02	28,63	0	0
6	m	35	0,54	24,00	24,09	48,84%	0,02	28,63	1	-1
7	f	41	0,64	24,00	24,09	48,84%	0,02	28,63	1	-1
M		29,0	0,527	24,00	24,09	48,84%	0,02	28,63	0,3157	-0,714
DP		6,66	0,077	0,00	0	0	0	0	0,651	0,488

**C. 03 - Medições realizadas em ambiente com condicionamento de ar dia 21 de agosto de 2002.****Tabela C. 03:** Medição realizada 21/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com condicionamento de ar.

Nº	sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	f	23	0,39	25,10	23,96	56,01%	0,02	22,37	0	0
2	f	26	0,44	25,10	23,96	56,01%	0,02	22,37	0	0
3	f	27	0,5	25,10	23,96	56,01%	0,02	22,37	0	0

4	m	29	0,51	25,10	23,96	56,01%	0,02	22,37	-1	1
5	m	40	0,56	25,10	23,96	56,01%	0,02	22,37	0	0
Média		29	0,480	25,10	23,96	56,01%	0,02	22,37	-0,226	0,200
D. Pad.		6,52	0,066	0	0	0	0	0	0,436	0,447

#### C. 04 - Medições realizadas em ambiente com condicionamento de ar dia 21 de agosto de 2002.

Tabela C. 04: Medição realizada 21/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com condicionamento de ar.

Nº	sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	m	24	0,5	25,83	24,57	55,03%	0,02	22,43	2	-1
2	m	29	0,5	25,83	24,57	55,03%	0,02	22,43	0	0
3	m	35	0,56	25,83	24,57	55,03%	0,02	22,43	1	-1
4	f	36	0,22	25,83	24,57	55,03%	0,02	22,43	1	-1
5	m	41	0,62	25,83	24,57	55,03%	0,02	22,43	0	0
6	m	41	0,43	25,83	24,57	55,03%	0,02	22,43	2	-2
7	f		0,44	25,83	24,57	55,03%	0,02	22,43	1	-1
Média		34,3	0,467	25,8	24,57	55,03%	0,02	22,4	1,000	-0,857
D. Pad.		4,98	0,139	0	0	0	0	0	0,753	0,753

#### C. 05 - Medições realizadas em ambiente com condicionamento de ar dia 22 de agosto de 2002.

Tabela C. 05: Medição realizada 22/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com condicionamento de ar.

Nº	Sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	f	18	0,43	25,03	24,87	61,43%	0,02	24,60	0	0
2	f	23	0,34	25,03	24,87	61,43%	0,02	24,60	-1	1
3	m	24	0,46	25,03	24,87	61,43%	0,02	24,60	0	0
4	m	25	0,50	25,03	24,87	61,43%	0,02	24,60	0	-1
5	f	26	0,48	25,03	24,87	61,43%	0,02	24,60	0	0
6	f	36	0,49	25,03	24,87	61,43%	0,02	24,60	0	0
7	f	36	0,34	25,03	24,87	61,43%	0,02	24,60	-1	1
8	f	41	0,64	25,03	24,87	61,43%	0,02	24,60	-1	1
9	m	41	0,60	25,03	24,87	61,43%	0,02	24,60	0	0
Média		30	0,476	25	24,87	61,43%	0,02	24,6	-0,297	0,222
D. Pad.		7,76	0,107	0	0	0	0	0	0,556	0,707

**C. 06 - Medições realizadas em ambiente com condicionamento de ar dia 22 de agosto de 2002.**

**Tabela C. 06:** Medição realizada 22/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com condicionamento de ar.

Nº	sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	m	20	0,53	24,03	24,04	52,43%	0,02	28,50	0	0
2	f	27	0,49	24,03	24,04	52,43%	0,02	28,50	0	0
3	f	39	0,41	24,03	24,04	52,43%	0,02	28,50	0	0
4	m	41	0,56	24,03	24,04	52,43%	0,02	28,50	0	0
5	f		0,49	24,03	24,04	52,43%	0,02	28,50	0	0
Média		31,8	0,496	24,03	24,04	52,43%	0,02	28,5	0	0
D. Pad.		9,98	0,056	0	0	0	0	0	0	0

**C. 07 - Medições realizadas em ambiente com condicionamento de ar dia 23 de agosto de 2002.**

**Tabela C. 07:** Medição realizada 23/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com condicionamento de ar.

Nº	sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	f	23	0,41	24,03	24,06	54,53%	0,01	25,30	0	0
2	m	24	0,50	24,03	24,06	54,53%	0,01	25,30	0	0
3	m	26	0,59	24,03	24,06	54,53%	0,01	25,30	-1	1
4	f	26	0,52	24,03	24,06	54,53%	0,01	25,30	0	0
5	m	29	0,50	24,03	24,06	54,53%	0,01	25,30	0	0
6	f	36	0,57	24,03	24,06	54,53%	0,01	25,30	0	0
7	m	40	0,56	24,03	24,06	54,53%	0,01	25,30	0	0
8	m	41	0,62	24,03	24,06	54,53%	0,01	25,30	0	0
Média		30,6	0,534	24	24,06	54,53%	0,01	25,3	-0,135	0,125
D. Pad.		7,29	0,066	0	0	0	0	0	0,356	0,354

**C. 08 - Medições realizadas em ambiente com condicionamento de ar dia 23 de agosto de 2002.**

**Tabela C. 08:** Medição realizada 23/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com condicionamento de ar.

Nº	sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	f	16	0,41	23,43	24,12	50,96%	0,01	31,03	0	0
2	f	19	0,39	23,43	24,12	50,96%	0,01	31,03	1	-1
3	m	20	0,41	23,43	24,12	50,96%	0,01	31,03	0	0
4	f	27	0,40	23,43	24,12	50,96%	0,01	31,03	0	0
5	m	28	0,51	23,43	24,12	50,96%	0,01	31,03	0	0
6	f	48	0,34	23,43	24,12	50,96%	0,01	31,03	3	-3
7	m	55	0,41	23,43	24,12	50,96%	0,01	31,03	1	0
Média		30,4	0,41	23,4	24,12	50,96%	0,01	31,03	0,551	-0,571
D. Pad.		15,2	0,051	0	0	0	0	0	1,248	1,134

**C. 09 - Medições realizadas em ambiente com condicionamento de ar dia 26 de agosto de 2002.**

**Tabela C. 09:** Medição realizada 26/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com condicionamento de ar.

Nº	sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	m	21	0,56	24,06	24,20	57,85%	0,00	25,83	0	0
2	m	24	0,45	24,06	24,20	57,85%	0,00	25,83	0	0
3	f	26	0,39	24,06	24,20	57,85%	0,00	25,83	-1	1
4	m	29	0,50	24,06	24,20	57,85%	0,00	25,83	0	0
5	f	36	0,40	24,06	24,20	57,85%	0,00	25,83	-1	1
6	f	41	0,66	24,06	24,20	57,85%	0,00	25,83	1	-1
Média		29,5	0,493	24,06	24,20	57,85%	0,00	25,83	-0,210	0,167
D. Pad.		7,61	0,103	0	0	0	0	0	0,746	0,753

**C. 10 - Medições realizadas em ambiente com condicionamento de ar dia 26 de agosto de 2002.**

**Tabela C. 10:** Medição realizada 20/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com condicionamento de ar.

Nº	sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	f	26	0,39	24,00	24,46	46,38%	0,01	30,80	-1	1
2	m	29	0,56	24,00	24,46	46,38%	0,01	30,80	0	0
3	f	36	0,40	24,00	24,46	46,38%	0,01	30,80	0	0
4	m	40	0,51	24,00	24,46	46,38%	0,01	30,80	1	-1

5	f	41	0,66	24,00	24,46	46,38%	0,01	30,80	1	-1
Média		34,4	0,504	24,00	24,46	46,38%	0,01	30,80	0,200	-0,200
D. Pad.		6,66	0,113	0	0	0	0	0	0,837	0,837

### C. 11 - Medições realizadas em ambiente com condicionamento de ar dia 28 de agosto de 2002.

Tabela C. 11: Medição realizada 20/8/2002. Horário 9:30. Ambiente com condicionamento de ar.

Nº	sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	f	19	0,34	24,00	24,23	47,97%	0,00	24,43	1	-1
2	f	23	0,39	24,00	24,23	47,97%	0,00	24,43	0	0
3	m	25	0,61	24,00	24,23	47,97%	0,00	24,43	0	0
4	f	26	0,44	24,00	24,23	47,97%	0,00	24,43	-1	1
5	f	26	0,42	24,00	24,23	47,97%	0,00	24,43	0	0
6	m	29	0,50	24,00	24,23	47,97%	0,00	24,43	-1	1
7	f	36	0,29	24,00	24,23	47,97%	0,00	24,43	-1	1
8	m	41	0,50	24,00	24,23	47,97%	0,00	24,43	0	0
9	m	41	0,72	24,00	24,23	47,97%	0,00	24,43	0	0
10	f	41	0,47	24,00	24,23	47,97%	0,00	24,43	-1	1
11	f	44	0,39	24,00	24,23	47,97%	0,00	24,43	2	-2
12	f		0,34	24,00	24,23	47,97%	0,00	24,43	0	0
13	f	41	0,42	24,00	24,23	47,97%	0,00	24,43	0	0
Média		32,7	0,448	24	24,23	47,97%	0	24,4	-0,051	0,077
D. Pad.		8,09	0,117	0	0	0	0	0	0,809	0,835

### C. 12 - Medições realizadas em ambiente com condicionamento de ar dia 28 de agosto de 2002.

Tabela C. 12: Medição realizada 20/8/2002. Horário 15:00. Ambiente com condicionamento de ar.

Nº	sexo	Idade	roupas	TS	Tmr	Ur	Va	T-ex	V-real	P-real
1	m	24	0,45	23,90	24,10	46,87%	0,00	30,21	0	0
2	m	25	0,61	23,90	24,10	46,87%	0,00	30,21	0	0
3	f	26	0,57	23,90	24,10	46,87%	0,00	30,21	-1	1
4	m	26	0,31	23,90	24,10	46,87%	0,00	30,21	0	1
5	m	29	0,50	23,90	24,10	46,87%	0,00	30,21	0	0
6	f	36	0,49	23,90	24,10	46,87%	0,00	30,21	0	0
7	f	41	0,72	23,90	24,10	46,87%	0,00	30,21	-1	1
Média		29,6	0,521	23,9	24,1	46,87%	0	30,21	-0,330	0,429
D. Pad.		6,45	0,13	0	0	0	0	0	0,471	0,535