



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

**FABIANA PADILHA MONTANHEIRO**

**PERCEPÇÃO TÉRMICA DE IDOSOS**

BAURU  
2016

**FABIANA PADILHA MONTANHEIRO**

**PERCEPÇÃO TÉRMICA DE IDOSOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus de Bauru, como requisito final para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. João Roberto Gomes de Faria

BAURU  
2016

Montanheiro, Fabiana Padilha.

Percepção Térmica de Idosos/ Fabiana Padilha  
Montanheiro, 2016.

70 f.

Orientador: João Roberto Gomes de Faria

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual  
Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e  
Comunicação, Bauru, 2016.

1. Idosos. 2. PMV. 3. Índices de conforto. 4.  
Sensação térmica I. Universidade Estadual Paulista.  
Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. II.  
Título.

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de Fabiana Padilha Montanheiro, discente do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação.**

Aos 03 dias do mês de março do ano de 2016, às 14:00 horas, no(a) Auditório da Seção Técnica de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. JOAO ROBERTO GOMES DE FARIA - Orientador(a) do(a) Departamento de Arq Urb e Paisagismo / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicacao de Bauru, Profa. Dra. MARIA SOLANGE G DE C FONTES do(a) Departamento de Arq Urb e Paisagismo / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicacao de Bauru, Professor Adjunto EDUARDO KRÜGER do(a) Departamento de Construção Civil / UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANA, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de FABIANA PADILHA MONTANHEIRO, intitulada **Percepção térmica dos idosos**. Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

  
Prof. Dr. JOAO ROBERTO GOMES DE FARIA

  
Profa. Dra. MARIA SOLANGE G DE C FONTES

  
Professor Adjunto EDUARDO KRÜGER

*Dedico esta pesquisa à Deus pela força e coragem.*

*Aos meus pais João e Marilda pelo eterno companheirismo e incentivo.*

*Ao meu marido Hélder pelo apoio e cumplicidade.*

*Aos meus filhos Rodrigo, Marcelo e Felipe pelo amor, paciência e compreensão.*

## AGRADECIMENTOS

*Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que me acompanharam e contribuíram direta ou indiretamente nessa jornada.*

*Ao meu orientar João Roberto por sua grande experiência e dedicação.*

*À professora Maria Solange pelas diretrizes e aprendizado.*

*A minha querida irmã Grazielle pelas palavras certas nos momentos difíceis.*

*A minha amiga de coração Ana Cristina Pattison que mesmo distante, prontamente prestou-me ajuda com carinho e atenção.*

*Aos colegas do PPGARQ Viviane Frascareli Lelis, Karina Andrade Mattos, Edmilson Queiroz Dias, Priscila Davi, e Fabiana Benevenuto Faustini pela torcida.*

*A amiga Joselle pela amizade e oportunidade.*

*Aos amigos Moisés e Cássio pela motivação e paciência.*

*A CAPES pela ajuda recebida.*

*Ao Sr. Clovis Aparecido Cavenaghi Pereira em nos receber com grandiosa presteza no SESI Bauru.*

*A Sra. Celina Kunil Tamashiro pela celeridade em permitir a realização da pesquisa no SESC Bauru.*

*Ao Sr. Marcelo Ribamar em aferir a importância desta pesquisa junto aos idosos da AAIPBR.*

MONTANHEIRO, F. P. **Percepção térmica de idosos**. 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2106.

## RESUMO

No panorama mundial o número de pessoas com 60 anos ou mais vem aumentando rapidamente. A grande maioria dos idosos que vive de forma independente deseja continuar seu estilo de vida atual, e para isso precisa de apoio extra e orientação para envelhecer com bem-estar e saúde. Essas condições incluem a convivência em ambientes agradáveis, inclusive em relação ao conforto térmico. Neste contexto, este trabalho avaliou a sensação térmica de idosos, comparando-a com os resultados do índice PMV (Voto Médio Estimado: *Predicted Mean Vote*) de Fanger. Foi realizada uma pesquisa exploratória de abordagem qualitativa (questionários) e quantitativa (medições com termômetros de bulbo seco, bulbo úmido e de globo), conforme a norma ISO 7730:2006; 2011, em três instituições que oferecem serviços de atividades específicas para a faixa populacional na cidade Bauru (SP): o SESI (Serviço Social da Indústria), o SESC (Serviço Social do Comércio) e a AAPIBR (Associação dos aposentados, pensionistas e idosos de Bauru e Região). Os resultados obtidos demonstraram que as sensações térmicas reais (STR) relatadas pelos idosos (sensações subjetivas) são estatisticamente similares às calculadas pela equação do PMV (sensações analíticas) para três faixas desse índice: -1, 0 e 1.

**Palavras chaves:** idosos; PMV; índices de conforto; sensação térmica.

MONTANHEIRO, F. P. **Thermal perception of the elderly**. 2016. Dissertation (Masters in Architecture and Urbanism) - Graduate Program in Architecture and Urbanism, School of Architecture, Arts and Communication of the São Paulo State University “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Bauru, São Paulo, Brazil, 2016.

### ***ABSTRACT***

In the global landscape, the number of people aged 60 and over is increasing rapidly. The vast majority of seniors who live independently wish to continue their current lifestyle, and for that they need extra support and guidance to grow old with wellness and health. These conditions include living in pleasant environments, including thermal comfort. In this context, this study evaluated the thermal sensation of the elderly, comparing it with the results from the PMV (*Predicted Mean Vote*) method (Fanger). An exploratory research with qualitative (questionnaires) and quantitative approach (measured with dry-bulb, wet-bulb and globe thermometers) was performed according to ISO 7730: 2006; 2011, in three institutions that offer specific activities services for the population group in the city of Bauru (São Paulo state): SESI (Industrial Social Services), SESC (Commercial Social Services) and AAPIBR (Association of retirees, pensioners and seniors of Bauru and region). The results showed that the actual thermal sensations (ATS) reported by the elderly (subjective sensations) are statistically similar to those calculated by the PMV equation (analytical sensations) on a three-point scale: -1, 0 and 1.

**Key words:** elderly; PMV; comfort index; thermal sensation.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - A pele e as trocas térmicas.....	18
Figura 2 - Estratégias para controle das trocas térmicas .....	19
Figura 3 – Fluxograma do envelhecimento do organismo humano .....	24
Figura 4 - Porcentagem estimada de insatisfeitos (PPD) em função do PMV .....	29
Figura 5 – Fluxograma de métodos utilizados na pesquisa .....	36
Figura 6 - Instrumentação - conjunto digital de termômetros .....	38
Figura 7 - Instrumentação - anemômetro digital .....	39
Figura 8 - Tabela C.1 da ISO 7730 - Isolamento térmico para trajes típicos .....	40
Figura 9 - Fachada do SESI: Centro de Atividades Raphael Noschese .....	42
Figura 10 - Sala multifuncional do SESI.....	43
Figura 11 – Fachada do SESC Bauru .....	43
Figura 12 – Auditório do SESC Bauru.....	44
Figura 13 - Fachada da AAPIBR .....	44
Figura 14 - Sala multifuncional da AAPIBR .....	45
Figura 15 – Altura <i>versus</i> idade <i>versus</i> gênero feminino .....	49
Figura 16 – Altura <i>versus</i> idade <i>versus</i> gênero masculino .....	49
Figura 17 – PMV <i>versus</i> STR.....	52
Figura 18 – Distribuição de PMV <i>versus</i> STR.....	53
Figura 19 - PMV com M corrigido pela $A_{DU}$ <i>versus</i> STR .....	54
Figura 20 – Distribuição do PMV com M corrigido pela idade <i>versus</i> STR .....	55
Figura 21 – Distribuição do PMV com M corrigido pela $A_{DU}$ e pela idade <i>versus</i> STR.....	56
Figura 22 – Distribuição de respostas <i>versus</i> STR e PMV.....	57
Figura 23 - Distribuição de respostas <i>versus</i> Avaliação Afetiva.....	59
Figura 24 – Distribuição de respostas <i>versus</i> Preferência Térmica.....	59
Figura 25 – Distribuição de respostas <i>versus</i> Aceitabilidade .....	60
Figura 26 – Distribuição de respostas <i>versus</i> Tolerância .....	61

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 – Taxa metabólica para diferentes atividades .....	40
Tabela 2 - Classificação de participantes por local pesquisado.....	46
Tabela 3 - Faixa etária e número de idosos .....	46
Tabela 4 – Variáveis ambientais por local de pesquisa.....	47
Tabela 5 - Média das Variações Térmicas (°C) .....	48
Tabela 6 – Condições de aplicabilidade .....	50
Tabela 7 - Distribuição de PMV <i>versus</i> STR .....	53
Tabela 8 - Distribuição de PMV com M corrigido pela $A_{DU}$ <i>versus</i> STR.....	54
Tabela 9 - Distribuição do PMV com M corrigido pela idade <i>versus</i> STR.....	55
Tabela 10 - Distribuição do PMV com M corrigido pela idade e pela $A_{DU}$ <i>versus</i> STR .....	56
Tabela 11 – Pares de séries.....	57
Quadro 1 - Escala de sensação térmica ASHRAE .....	28
Quadro 2 - Principais Normas da ISO e ASHRAE .....	34
Quadro 3 - Escalas subjetivas.....	37

## LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E SIGLAS

ASHRAE	-	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.</i> ou Sociedade Americana de Aquecimento, Refrigeração e Engenharia de Ar Condicionado
$A_{Du}$	-	Área superficial do corpo nú, ou área de DuBois ( $m^2$ )
C	-	Troca de calor por condução ou convecção ( $W/m^2$ )
$^{\circ}C$	-	Graus Celsius
E	-	Troca de calor por evaporação ( $W/m^2$ )
$E_r$	-	Margem de erro ou erro de estimativa
$E_{sk}$	-	Perda de calor latente pela pele, por evaporação ( $W/m^2$ )
$E_{res}$	-	Perda de calor latente pela respiração, por evaporação ( $W/m^2$ )
ET	-	<i>Effective Temperature</i> - Temperatura efetiva ( $^{\circ}C$ )
h	-	Altura do corpo (m)
Icl	-	Isolamento térmico das vestimentas (clo)
ISO	-	<i>International Organization for Standardization</i> ou Organização Internacional de Normalização
$K_{cl}$	-	Perda de calor por condução da pele para superfície externa das roupas ( $W/m^2$ )
L	-	Carga térmica atuante sobre o corpo
m	-	Massa do corpo (kg)
M	-	Taxa metabólica de produção de calor ( $W/m^2$ ou met)
$M_c$	-	Taxas metabólicas médias calculadas ( $W/m^2$ ou met)
n	-	Número de indivíduos na amostra
NR	-	Norma Regulamentadora
p	-	Probabilidade da hipótese de semelhança entre amostra ser aceita no teste de Tukey
$P_a$	-	Pressão parcial de vapor de água (kPa)
$P_s$	-	Pressão de saturação de vapor de água (kPa)
PMV	-	<i>Predicted Mean Vote</i> ou Voto Médio Estimado
PPD	-	<i>Predicted Percentage of Dissatisfied</i> ou Percentual Estimado de Pessoas Insatisfeitas

q	-	Proporção populacional de indivíduos que NÃO pertence à categoria em estudo
$Q_{sk}$	-	Taxa total de perda de calor pela pele ( $W/m^2$ )
$Q_{res}$	-	Taxa total de perda de calor pela respiração ( $W/m^2$ )
STC		Sensações Térmicas Coerentes
STR	-	Sensações Térmicas Reais
R	-	Troca de calor por radiação ( $W/m^2$ )
$T_a$	-	Temperatura do ar ( $^{\circ}C$ )
$T_{bs}$	-	Temperatura de bulbo seco ( $^{\circ}C$ )
$T_{bu}$	-	Temperatura de bulbo úmido ( $^{\circ}C$ )
$T_g$	-	Temperatura de globo ( $^{\circ}C$ )
$T_m$	-	Temperatura média do mês ( $^{\circ}C$ )
$T_{rm}$	-	Temperatura radiante média ( $^{\circ}C$ )
$U_r$	-	Umidade relativa do ar (%)
$V_{ar}$	-	Velocidade absoluta do ar (m/s)
W	-	Taxa de eficiência mecânica ( $W/m^2$ )
$Z_{\alpha/2}$	-	Valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado na amostragem

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Objetivos.....	16
1.1.1 Objetivo principal.....	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	16
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 O envelhecimento do ser humano e a sensibilidade térmica.....	17
2.2 Tipos de estudos em conforto térmico.....	24
2.3 <i>Predicted Mean Vote (PMV)</i> e <i>Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)</i> de Fanger ..	25
2.3.1 Aplicações do PMV .....	29
2.3.2 Aplicações do PMV com idosos.....	31
2.3.3 Discussão sobre a validação do PMV .....	32
2.4 Principais normas de conforto térmico.....	33
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
3.1 Variáveis ambientais, pessoais e subjetivas .....	37
3.2 Instrumentos utilizados nas medições .....	38
3.2.1 Medições das variáveis ambientais.....	38
3.2.2 Medições das variáveis pessoais e subjetivas.....	39
3.3 Determinação do tamanho da amostra.....	40
3.4 Caracterização dos ambientes da pesquisa .....	41
3.4.1 SESI Bauru .....	41
3.4.2 SESC Bauru.....	43
3.4.3 AAPIBR em Bauru .....	44
3.5 Caracterização das amostras.....	46
3.6 Análise dos resultados .....	47
3.6.1 Análise dos ambientes térmicos .....	47
3.6.2 Análise da população pesquisada .....	48
3.6.3 Tratamento e análise dos dados .....	49
3.6.4. Teste de Tukey.....	51

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	52
4.1 Sensações Térmicas .....	53
4.2 Avaliação Afetiva .....	58
4.3 Preferência Térmica.....	59
4.4 Aceitabilidade .....	60
4.5 Tolerância .....	60
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
5.1 Sugestões para trabalhos futuros .....	62
6 REFERÊNCIAS .....	63
APÊNDICE .....	69

## 1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento da população é um fenômeno mundial com importantes repercussões nos campos social e econômico. Este processo ficou conhecido como transição demográfica e ocorre de modo intenso no Brasil (MORAGAS, 2010). Segundo a Lei nº10.741 de 1º de outubro de 2003 que dispõe sobre o “Estatuto do idoso”, é considerado idoso a pessoa que tem idade igual ou superior a 60 anos (BRASIL, 2003).

Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015) atualmente esta faixa etária está crescendo mais rapidamente que qualquer outra (crianças, jovens ou adultos). Analisando a dinâmica demográfica, em 2000 eram aproximadamente 10 milhões (5,61%) de idosos para 52 milhões (30,04%) de criança e o IBGE estima que em 2020, alcançarão os 32 milhões (17,44%) de idosos para 20 milhões (21,36%) de crianças. Somente no Estado de São Paulo a população estimada é de 44.396.484, onde mais de cinco milhões e meio (12,41%) se enquadram na classificação da Terceira Idade. Segundo Simões (1998) e Moragas (2010) isso ocorre devido ao planejamento familiar, com a consequente queda da taxa de fecundidade e pela longevidade da população.

Esta mudança no perfil da população prioriza a atenção aos idosos, em seus interesses, em suas necessidades, assim como às contribuições que eles podem e devem continuar proporcionando à sociedade (CEPAL, 2012). Contudo, as referências e as condições a respeito do conforto térmico para essa faixa etária são escassas no Brasil, levando os profissionais de arquitetura e pesquisadores tomar como parâmetro a literatura existente em países estrangeiros; entretanto o clima, a vestimenta e o estilo de vida dos brasileiros são bastante distintos. Diante deste contexto, é necessário compreender o comportamento térmico dessa faixa etária.

Esta pesquisa avaliou o critério de conforto térmico comumente utilizado: Voto Médio Predito (*Predicted Mean Vote: PMV*) disposto na norma internacional ISO 7730: 2006; 2011 (*Human Comfort and Health Requirements*) que utiliza o modelo desenvolvido por Fanger (1970) assumindo que o conforto térmico é definido em termos da condição física do organismo em função do ambiente, combinando quatro variáveis físicas (temperatura do ar, velocidade do ar, temperatura radiante média, e umidade relativa) e duas variáveis pessoais (isolamento do vestuário e nível de atividade) e, confrontou com as Sensações Térmicas Reais (STR) declaradas pelos idosos.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo principal

O objetivo desta pesquisa foi comparar a Sensação Térmica Real (STR) com a calculada (PMV) de idosos em ambientes internos coletivos e em atividade sedentária.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- a) Levantar a STR em campo em ambientes internos coletivos com os idosos em atividade sedentária na cidade de Bauru (SP);
- b) Levantar as temperaturas (bulbo seco, bulbo úmido e de globo) simultaneamente ao levantamento da STR e, agrupar por faixas de temperaturas de conforto térmico;
- c) Obter os valores do índice de conforto térmico PMV de Fanger (1970) e confrontar com a STR;
- d) Verificar se o PMV é indicado para a obtenção do conforto térmico para pessoas com idade superior a 60 anos;
- e) Verificar a influência da área de DuBois ( $A_{DU}$ ) no PMV;
- f) Verificar a influência da área de DuBois ( $A_{DU}$ ) e da queda metabólica corrigida pela idade no PMV.



## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

Este capítulo resulta de uma pesquisa teórica conjugando temas sobre a sensibilidade térmica, o envelhecimento do ser humano e pesquisas de campo que validam o modelo PMV de Fanger (1970).

### **2.1 O envelhecimento do ser humano e a sensibilidade térmica**

As modificações no organismo dos indivíduos avançam proporcionalmente na medida em que o ser humano envelhece e essas alterações estão associadas no contexto das informações genéticas, ou seja, é um processo geneticamente programado (WEINECK, 2005).

De uma forma geral, “[...] os idosos percebem estas alterações, entretanto, observa-se que não notam tais alterações ou não as entendem como processo natural do envelhecimento” (RIBEIRO; ALVES; MEIRA, 2009, p. 3).

Essas mudanças geram insegurança, medo, tensões, uma crescente introspecção e decréscimo da comunicação com o mundo externo, expostas através de atitudes mais rígidas, conservadoras e indiferentes (SIMÕES, 1998).

Heschong (1979) e DeDear (2014) expõem a complexidade dos mecanismos sensoriais do corpo humano para a detecção de frio e calor, e das reações frente a essas sensações. Esses sensores são distintos e independentes, situam-se na proximidade da pele e reagem dinamicamente a variações de temperatura.

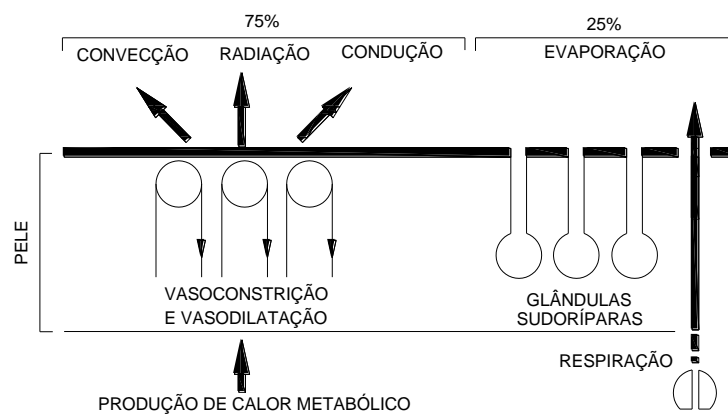
A redução de trocas térmicas entre o indivíduo e o ambiente se faz através do aumento da resistência térmica da pele por meio da vasoconstrição, tiritar, arrepios, aumento da taxa metabólica, na tentativa de se elevar a temperatura corporal (SIMÕES; TALAIA, 2009; SETTE; RIBEIRO, 2011).

As trocas térmicas do organismo com o ambiente são realizadas por quatro mecanismos distintos, os quais são efetivados somente quando existe diferença de temperatura entre a superfície do corpo e o meio ambiente, pois quanto maior a diferença entre as temperaturas, mais acentuada será a troca de calor (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Os mecanismos de trocas térmicas podem ocorrer pela pele e pela respiração:

- pela pele - calor sensível, por convecção e radiação e, calor latente, por evaporação do suor e difusão da umidade da pele (Figura 1);
- pela respiração - calor sensível por convecção e calor latente, por evaporação (Figura 1).

Figura 1 - A pele e as trocas térmicas



Fonte: Adaptado de Novieto (2009)

O corpo humano possui um sistema termorregulador que tende a manter a temperatura interna constante em 37°C. Quando as variáveis ambientais de temperatura radiante média, umidade relativa, velocidade relativa e temperatura do ar proporcionam perdas de calor do corpo, além das necessárias para a manutenção de sua temperatura interna constante, o sistema termorregulador reage buscando reduzir as perdas e aumentar as combustões internas (FANGER, 1970).

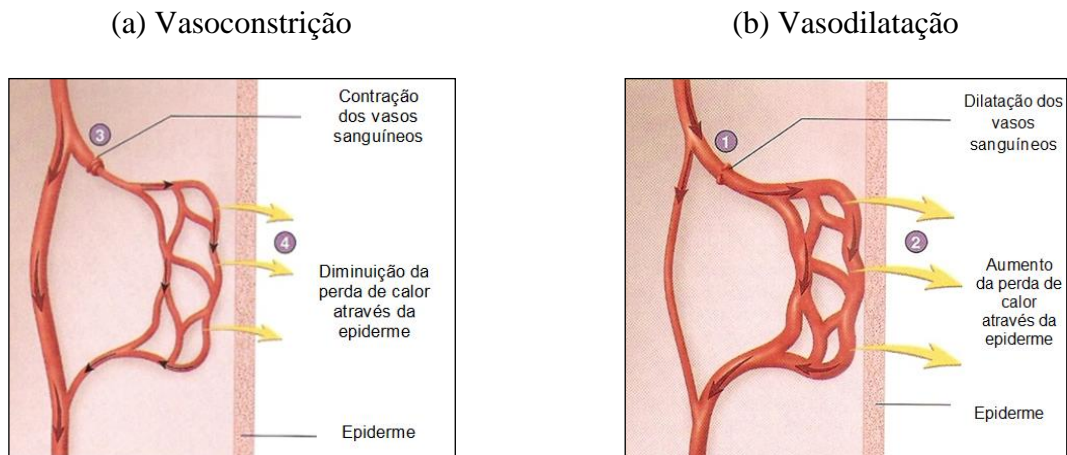
A circulação do sangue para as partes periféricas do corpo é reduzida através da contração dos vasos sanguíneos superficiais, conseqüentemente, há a redução no fornecimento de calor metabólico a partir da pele e faz com que a temperatura diminua (TAVARES; SILVA, 2013).

As reações ao frio se dão por vasoconstrição (Figura 2 - a) para redução das trocas térmicas superficiais e por trabalho muscular involuntário para a geração de calor.

Frente ao calor ocorre a vasodilatação (Figura 2 - b) e a produção de suor para incrementar as trocas térmicas com o meio.

Tanto a resposta ao frio como ao calor exigem um aumento da taxa metabólica para fornecer energia para a ativação daqueles mecanismos, o que gera mais calor; assim, a reação frente ao calor obtém maior eficiência quando acompanhada pela redução da atividade física. As trocas térmicas e o controle que o organismo dispõe para a termorregulação requerem a conexão dos princípios da termodinâmica, do fluxo de fluídos e da transferência de calor (KREITH, MANGLIK; BOHN, 2011).

Figura 2 - Estratégias para controle das trocas térmicas



Fonte: Adaptado de Novieto (2009).

A importância da troca de calor para a temperatura do corpo e, conseqüentemente, para o conforto térmico é o resultado da aplicação dos mecanismos de transferência de calor sensível e latente entre o indivíduo e o ambiente, esta redução se faz através do aumento da resistência térmica da pele. Nesse contexto, as alterações que ocorrem na percepção térmica pelo envelhecimento se devem a uma série de mudanças e as mais importantes ocorrem na pele e no metabolismo.

A pele é um dos indicadores mais evidentes do envelhecimento biológico e cronológico; é a célula que está programada geneticamente para deteriorar-se ou morrer, mas fatores externos exercem influências sobre este processo, principalmente a partir dos 30 anos, quando começam a surgir os sinais provocados por alterações internas, com um menor

número de glândulas sebáceas resultando em menos estímulos sensitivos, diminuição da elasticidade, flacidez, diminuição da espessura da pele e maior facilidade em adoecer (WEINECK, 2005; RIBEIRO; ALVES; MEIRA, 2009).

A pele é o órgão que envolve o corpo humano determinando seu limite com o meio externo e exercem 12 funções: revestimento, conservação, nutrição, melanogênese, reflexão, imunidade, absorção, respiratória, metabólica, termorreguladora, excretora e sensibilidade (SAMPAIO, 2001). Sendo assim, as funções termorreguladora, excretora e de sensibilidade, relevantes à pesquisa são:

- a) função termorreguladora - ajusta a temperatura interna do corpo por meio da regulação da dissipação de calor pela superfície corporal. Quando necessária à perda de calor, as arteríolas dilatam-se, aumentando o fluxo sanguíneo na extensa rede capilar da derme, e, se for necessário à conservação de calor, acontece a vasoconstrição, em que grandes extensões do leito capilar superficial podem ser excluídas da circulação. O tecido adiposo na hipoderme atua como isolante contra flutuações de temperatura externa;
- b) função excretora - o suor incrementa as trocas térmicas com o meio (vasodilatação) além de sua composição normal, pode conter pigmentos como iodo, arsênico, mercúrio, sulfuretos, álcool e outros;
- c) função de sensibilidade - a percepção sensitiva através dos tipos de sensibilidade tátil, térmica e dolorosa acontece por causa de receptores encontrados na pele.

A pele é composta por duas camadas justapostas, a epiderme, a mais superficial e a derme, a mais profunda (SAMPAIO, 2001). Azulay (2004) identifica também uma terceira camada, mais profunda que a derme, sendo ela o tecido subcutâneo ou hipoderme, mas para Sampaio (2001) esta camada é uma subdivisão da derme.

A epiderme é constituída por células epiteliais com disposição semelhante a uma parede de tijolos (AZULAY, 2004). A renovação celular constante da epiderme faz com que as células da camada córnea sejam gradativamente eliminadas e substituídas por outras. Além das células epiteliais encontram-se também na epiderme, os melanócitos que produzem os pigmentos responsáveis pela cor (melanina) e as células de defesa imunológica.

A derme é responsável pela resistência e elasticidade é constituída por tecido conjuntivo, fibras colágenas e elásticas envoltas por substância fundamental, vasos sanguíneos e linfáticos, nervos e terminações nervosas e a hipoderme é composta por feixes de tecido conjuntivo que envolve células gordurosas e formam lobos de gordura, sua estrutura fornece proteção contra traumas físicos, além de ser um depósito de calorías (AZULAY, 2004).

Com o avanço da idade há o aparecimento das rugas formadas pela perda da espessura da epiderme, da derme e da hipoderme (causadas pela calcificação das fibras elásticas da derme), do colágeno e a aparência é de palidez por menor exposição ao sol. Ocorre também a diminuição dos melanócitos, dos capilares e do revestimento gorduroso, tornando a pele seca, rugosa e mais fina (HAYFLICK, 1997; SIMÕES, 1998; PAPALÉO, 1999; WEINECK, 2005).

Esses fatores causam uma rápida exaustão ao calor superficial, ao mesmo tempo há a redução da atividade sanguínea e das glândulas sudoríparas ocasionando a redução da capacidade de troca de calor interno com o entorno, aumentando a sensibilidade ao frio (HAYFLICK, 1997; SIMÕES, 1998; PAPALÉO, 1999; WEINECK, 2005).

Adicionalmente Ravussin; Bogardus (1989) atribuem de 1 a 2% por década a perda do metabolismo basal ao envelhecimento. Simões (1998) cita que a partir dos trinta anos, a cada década há uma diminuição de cerca de 3% do metabolismo basal e ausência ou redução das atividades motoras em geral.

Nota-se ainda, um aumento na resistência ao fluxo sanguíneo, tornando-os menos elásticos e mais estreitos, ocorrendo o endurecimento de suas paredes, prejudicando o abastecimento de nutrientes e a hidratação de vários órgãos. Há uma redução de 30% do núcleo total de células, em função do envelhecimento celular e metabólico, ocasionando paralelamente a diminuição das proteínas corporais e da água intracelular (SIMÕES, 1998).

Fenômenos levam a crer que os limites de conforto térmico dos idosos sejam mais estreitos do que os de pessoas jovens. Isso pode ser válido para situações estáticas, como mostrado nos exemplos a seguir.

Numa pesquisa em espaços abertos de Glaslow (UK) envolvendo 736 pessoas com idades variando entre 12 e 86 anos desenvolvida por Krüger *et al.* (2012), considerando a diferença encontrada entre adultos e idosos os resultados indicaram haver uma tendência de pessoas mais velhas a serem mais sensíveis tanto ao frio quanto ao calor; o grupo

jovem (menos de 25 anos) exibiu uma sensação térmica concordante com aos adultos (25 e 64 anos).

Taylor; Allsopp; Parkes (1995) investigaram dois grupos de homens com idades 23 e 70 anos em câmara climatizada a uma temperatura inicial de 24°C. Os controladores foram ajustando as faixas de temperatura e observando o comportamento térmico dos grupos. Verificaram que em situação de calor, os idosos tenderam a sentir maior sensação de conforto térmico que os mais jovens e em situação de frio tenderam a sentir mais frio que os mais jovens. No experimento de Tsuzuki; Ohfuku (2001) constatou-se que o intervalo de equilíbrio térmico dos idosos é menor do que o de pessoas em idade universitária.

Nas pesquisas de Collins; Exton-Smith; Doré (1981): 17 homens com idade entre 70 e 80 anos vivendo de modo independente, 13 homens entre 18 e 39 anos, todos com características de corpo semelhantes e vestindo roupas com isolamento equivalentes (0,8 clo). Concluíram que, quando os idosos têm controle sobre a temperatura, preferem-na entre 22-23°C (não apresentando significativas diferenças se comparado ao grupo etário mais jovem).

Em experimentos realizados por Enomoto-Koshimizu *et al.* (1997)<sup>1</sup> *apud* Van Hoof; Hensen (2006) mostraram que os idosos se sentiram termicamente neutros (23°C, sem aquecedor; e 20°C, com aquecedor), enquanto os jovens se mantiveram confortáveis (21°C em ambas as situações). Fisiologicamente os idosos preferiram um ambiente mais quente, sugerindo uma faixa de conforto entre 20-24°C. No entanto, os autores consideram que idosos podem ser menos confiantes em relatar as diferenças de temperatura.

Esses intervalos de temperatura embora com algumas divergências em relação aos valores médios, são de fato mais estreitos do que os apresentados por Heschong (1979): 14-21°C no Reino Unido, 20,5-26,5 °C nos Estados Unidos e 23-29,4 °C nos trópicos. Desta forma, a tolerância de aproximadamente 6°C da faixa de conforto de não idosos cai para aproximadamente 3°C na faixa de conforto térmico de idosos. Concluindo-se portanto, que o envelhecimento da pele causa perda de sensibilidade térmica, o que retarda a percepção de mudança de temperatura.

Uchida *et al.* (2009) em um experimento laboratorial sugeriram que a faixa de limiares de sensibilidade ao frio e ao calor, ou seja, de sensação do toque de objetos

---

<sup>1</sup> ENOMOTO-KOSHIMIZU, H.; KUBO, H.; ISODA, N.; YANASE, T. Effect of the radiant heating on the elderly. In: TRIENNIAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION, 13, Tampere, Finland, 1997. **Proceedings...** Tampere, Finland, 1997, v. 5, p. 433-435.

quentes ou frios, aumenta; além disso, essa variação ocorre de forma heterogênea no corpo, sendo maior nas pernas e nos pés.

Em função dessa perda de sensibilidade Resende, Bachion; Araújo (2006) ponderam que os idosos têm tendências a hipertermias e a uma diminuição da sensibilidade ao tato, além da pressão, da vibração, do calor e do frio; por outro lado, têm também menor tolerância aos extremos de temperatura devido às alterações na pele.

Segundo Novieto; Zhang (2010) mudanças em muitas seções do corpo humano podem contribuir para a alteração das funções termorreguladoras. A sensibilidade periférica fica cada vez mais atenuada com a idade e os idosos estão em desvantagem no que diz respeito à defesa contra perturbações da temperatura central, salientam aqueles autores. Assim, quanto mais velhas as pessoas estão, maior o risco de hipotermia quanto de hipertermia quando expostos a temperaturas extremas.

Na contramão dos resultados desses trabalhos Van Hoof; Hensen (2006) afirmam que a princípio o idoso não percebe o conforto térmico de forma diferente do jovem. Os efeitos do gênero e da idade podem ser explicados por parâmetros como atividade e vestuário. Geralmente, o idoso tem um menor nível de atividade do que o mais jovem, portanto, a taxa metabólica é a principal razão para que eles requeiram temperaturas ambientais mais elevadas.

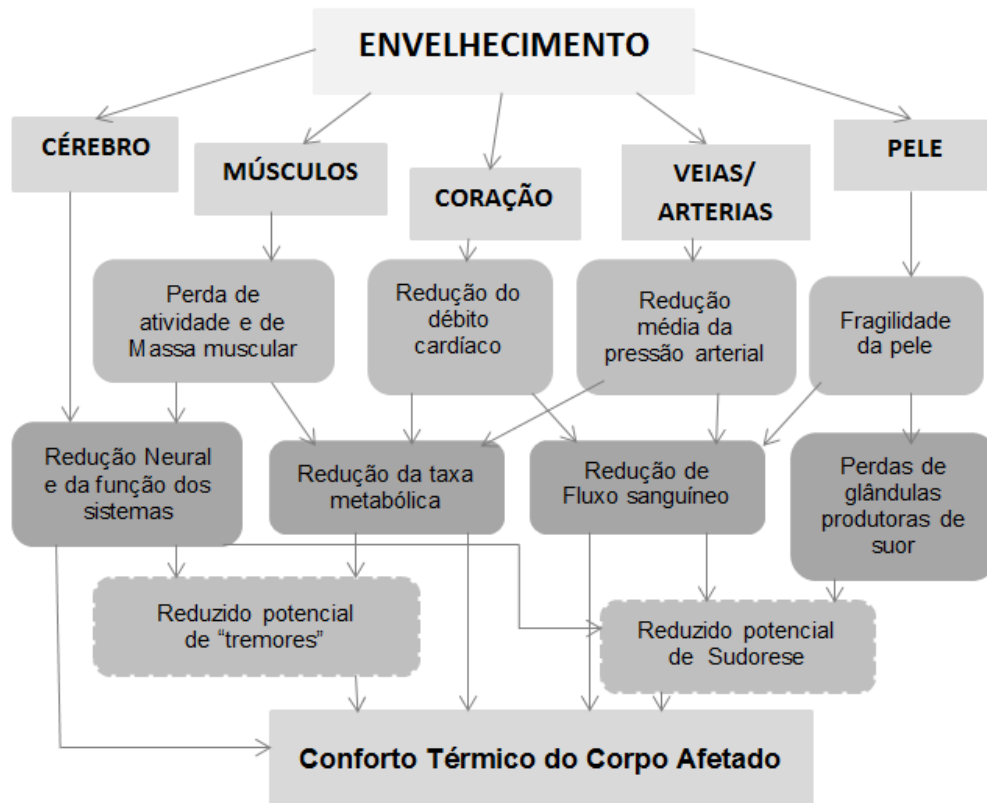
Coletando informações sobre a redução da idade e relacionando a atividade metabólica, ao débito cardíaco e ao peso corporal, a atividade metabólica é a principal contribuinte para as mudanças de percepção do conforto térmico, segundo aqueles autores. A perda de água por evaporação (suor) não aumenta significativamente em idosos que praticam exercícios (leves), por causa da redução de sua taxa metabólica (VAN HOOF; HENSEN, 2006).

Portanto, seja devido ao envelhecimento da pele ou à redução da taxa metabólica, o regulador de temperatura do idoso se torna deficiente. Sofrem diversas e profundas transformações, entre elas as alterações fisiológicas do tecido tegumentar, causando maior fragilidade e menor capacidade da pele em atuar como barreira contra fatores externos (RESENDE; BACHION; ARAÚJO, 2006; RIBEIRO; ALVES; MEIRA, 2009).

Além disso, há redução da força muscular, da capacidade de transpirar, da capacidade de transportar calor do núcleo do corpo para a pele, dos níveis de hidratação, da

reatividade vascular e da estabilidade cardiovascular (VAN HOOFF; HENSEN, 2006; NOVIETO, 2009; NOVIETO; ZHANG, 2010), exemplificado pela Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma do envelhecimento do organismo humano



Fonte: Adaptado de Novieto (2009)

Segundo Novieto; Zhang (2014) a idade está correlacionada de forma clara com a composição corporal, às funções reguladoras e a outros parâmetros fisiológicos básicos. Essas diferenças podem ser atribuídas a erros sistemáticos ou randômicos, podendo ser consideradas as incertezas na estimação de taxa metabólica e de isolamento das vestimentas. As possíveis influências psicológicas ou sociológicas no ambiente de trabalho ou de lazer podem afetar as respostas no ambiente térmico.

## 2.2 Tipos de estudos em conforto térmico

As pesquisas sobre conforto térmico podem ser classificadas de acordo com o método utilizado em estudos em ambientes laboratoriais e em ambientes reais que incluem:



- a) estudos em câmaras climatizadas ou ambientes laboratoriais, os quais são possíveis estimar e alterar tanto as variáveis ambientais, como as variáveis pessoais, condicionando a interação do homem com o ambiente separadamente a fim de proporcionar uma melhor situação de conforto;
- b) estudos de campo ou ambientes reais onde a condição de conforto é analisada considerando que a pessoa continue em seu ambiente e se comporte de forma rotineira, medindo-se as características físicas do ambiente e levantando, simultaneamente, a sensação de conforto das pessoas através de questionários, sem interferências de qualquer variável.

As preferências térmicas de um indivíduo são influenciadas por diversos fatores subjetivos ou individuais, destacando-se os hábitos alimentares que afetam o metabolismo, a gordura do corpo que funciona como isolante térmico, o vestuário que altera significativamente as trocas térmicas e o processo de aclimação dos indivíduos, à medida que as pessoas em seus climas de permanência, tendem a produzir hábitos e alterações no metabolismo que equilibram as condições térmicas (BESTETI, 2014).

Segundo Olesen (1982) as diferenças entre os resultados de pesquisas de campo e dados laboratoriais devem ser esperadas, pois em campo é difícil estimar com exatidão as variáveis pessoais: vestimenta e metabolismo. Ressalte-se entretanto, a importância da comparação dos resultados de pesquisas em campo com as de laboratório devendo serem realizadas com cautela, tendo em vista as limitações da instrumentação e dos métodos adotados até então em pesquisas de campo (RUAS, 2001).

### ***2.3 Predicted Mean Vote (PMV) e Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) de Fanger***

Em 1968, na Universidade da Dinamarca, após várias pesquisas e experimentos, Ole Fanger relacionou a influência da nacionalidade e da idade dos indivíduos para a análise do conforto. Para isso, foi usada uma amostra de 256 pessoas de ambos os gêneros, sendo 128 com idade média de 23 anos e 128 com média de 68 anos. Os resultados não demonstraram diferenças significativas de condições de conforto entre jovens americanos e dinamarqueses, entre jovens e idosos e nem entre homens e mulheres (FANGER, 1970).

Fanger desenvolveu o *Predicted Mean Vote* ou Voto Médio Estimado (PMV) e o *Predicted Percentage of Dissatisfied* ou Percentual Estimado de Pessoas Insatisfeitas (PPD) na década de 1970 a partir desses estudos de laboratório em câmara climática. Estes índices foram adotados como bases para a norma internacional ISO 7730, em 1984, revisados em 1994 e revistos em 2005 e descrevem o procedimento de aplicação dos métodos (BATIZ *et al.*, 2009).

As pesquisas de Fanger permitiram relacionar a condição de conforto térmico com a atividade física representada pelo calor produzido internamente pelo corpo humano, e a temperatura média da pele, com a quantidade de calor perdido por evaporação do suor, partindo do raciocínio de que para haver conforto térmico numa determinada atividade física, o corpo deve estar em equilíbrio térmico, a uma determinada temperatura média de pele, e perdendo uma determinada quantidade de calor por evaporação.

A Equação (1) dupla de conforto permitiu a combinação das variáveis pessoais que relacionam: tipo de atividade física (metabolismo) e tipo de vestimenta, com as variáveis ambientais que são: temperatura radiante média, temperatura, umidade relativa e velocidade relativa do ar conhecida como equação do balanço de energia.

$$M - W = Q_{sk} + Q_{res} = (C + R \cdot E_{sk}) + (C_{res} + E_{res}) \quad (1)$$

onde:

$M$  = taxa metabólica de produção de calor ( $W/m^2$ )

$W$  = taxa de eficiência mecânica (nulo) ( $W/m^2$ )

$Q_{sk}$  = taxa total de perda de calor pela pele ( $Q_{sk} = E_{sk} + K_{cl}$ ) ( $W/m^2$ )

$Q_{res}$  = taxa total de perda de calor pela respiração ( $W/m^2$ )

$C+R$  = perda de calor sensível pela pele por convecção e perda de calor por radiação ( $W/m^2$ )

$E_{sk}$  = perda de calor latente pela pele, por evaporação ( $W/m^2$ )

$K_{cl}$  = perda de calor por condução da pele para superfície externa das roupas ( $W/m^2$ )

$C_{res}$  = perda de calor sensível pela respiração, por convecção ( $W/m^2$ )

$E_{res}$  = perda de calor latente pela respiração, por evaporação ( $W/m^2$ )

Os dados da Equação (2) são termos de energia por unidade de área e referem-se à área da superfície do corpo nu. Uma expressão convencional para o cálculo dessa área é apresentada por Fanger (1970) através da área de DuBois.

$$A_{DU} = 0,202 \cdot m^{0,425} \cdot h^{0,725} \quad (2)$$

onde:

$A_{DU}$  = área de DuBois (m<sup>2</sup>)

m = massa do corpo (kg);

h = altura do corpo (m).

Além da Equação (2) descrever a conexão entre o físico mensurável e o termicamente neutro, as combinações das variáveis pessoais e ambientais resultaram na equação de conforto térmico.

Com a finalidade de simplificar os Diagramas de Conforto, Fanger (1970) definiu um critério para avaliar o grau de desconforto relacionando as variáveis que influenciam no conforto térmico com uma escala de sensação térmica definida por ele e denominado de PMV e representado pela Equação (3):

$$PMV = (0,303 \cdot e^{(-0,036 \cdot M)} + 0,028) \cdot (M - C_{res} - E_{res} - E_{sk} - K_{cl} - C - R) \quad (3)$$

onde:

PMV = voto médio estimado

M = taxa metabólica de produção de calor em função da atividade desempenhada (W/m<sup>2</sup>)

$C_{res}$  = perda de calor sensível pela respiração, por convecção (W/m<sup>2</sup>)

$E_{res}$  = perda de calor latente pela respiração, por evaporação (W/m<sup>2</sup>)

$E_{sk}$  = perda de calor latente pela pele, por evaporação (W/m<sup>2</sup>)

$K_{cl}$  = perda de calor por condução da pele para superfície externa das roupas (W/m<sup>2</sup>)

C = perda de calor sensível pela pele por convecção

R = perda de calor por radiação (W/m<sup>2</sup>)

A escala de sensação térmica desenvolvida por estes estudos é chamada de escala de sete pontos de ASHRAE (Quadro 1).

Quadro 1 - Escala de sensação térmica ASHRAE

+ 3	Muito quente
+ 2	Quente
+1	Pouco quente
0	Neutro
- 1	Pouco frio
- 2	Frio
-3	Muito frio

Fonte: Fanger (1970)

Trata-se de uma escala simétrica em relação ao ponto 0 (zero) – neutralidade térmica – onde a pessoa se sente em conforto térmico e apresenta valores de 1 a 3 que podem ser positivos, correspondendo às sensações de calor, ou de -1 a -3, negativos, correspondendo às sensações de frio (FANGER, 1970).

Os participantes desses estudos usavam vestimentas padronizadas e eram expostos a diferentes ambientes termicamente controlados. Eles respondiam a questionários sobre essas sensações (questões do tipo com calor ou com frio) e à medida que respondiam eram gravados e as condições térmicas do laboratório iam sendo alteradas.

Segundo Fanger (1970) não existem condições que proporcionam conforto para todas as pessoas. Alguns indivíduos sentem-se insatisfeitos com determinada temperatura independentemente do fato de todos estarem vestidos de modo semelhante e terem o mesmo nível de atividade, a avaliação do conforto difere de pessoa para pessoa.

Para prever quantas pessoas se sentem insatisfeitas em um determinado ambiente térmico, Fanger (1970) introduziu o PPD e essa relação é representada a partir de uma expressão do tipo exponencial, apresentada pela Equação (4):

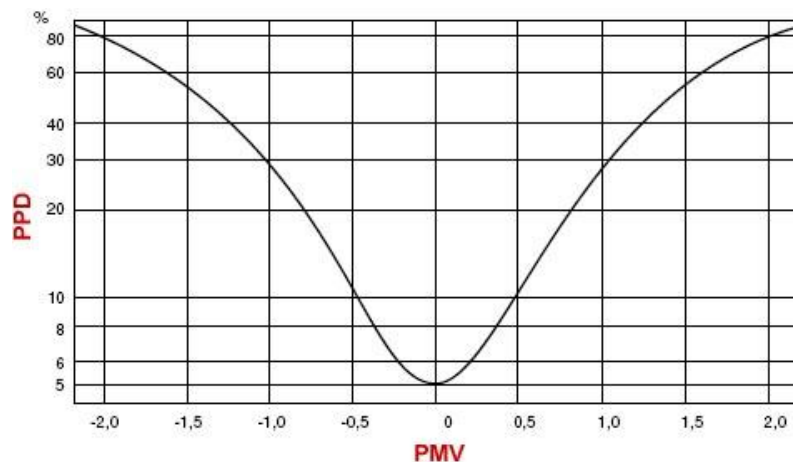
$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{[-(0,03353 \cdot PMV4 + 0,2179 \cdot PMV^2)]} \quad (4)$$

Observa-se que é impossível obter num ambiente uma combinação das variáveis de conforto que satisfaça plenamente a todos os integrantes de um grande grupo. A

ISO 7730 é indicada para a avaliação de ambientes termicamente moderados, ou seja, aqueles que os índices térmicos resultam num PMV dentro de um intervalo de -2 e +2°C.

A Figura 4 apresenta a curva simétrica em relação ao ponto 0 (zero) significando que as sensações são equivalentes de calor e de frio e corresponde a igual porcentagem de insatisfeitos.

Figura 4 - Porcentagem estimada de insatisfeitos (PPD) em função do PMV



Fonte: Fanger (1970)

As prescrições da norma internacional ISO 7730 não consideram só o desconforto térmico do corpo como um todo, mas também os que ocorrem em partes localizadas onde os limites especificados foram baseados na premissa que um ambiente só é confortável se pelo menos 80% dos ocupantes estão satisfeitos o que corresponde a valores de PMV de - 0,5 e + 0,5.

A insatisfação pode ser resultado de um desconforto térmico causado por um ambiente considerado frio ou quente, ou ainda por um desconforto térmico localizado numa parte específica do corpo (FANGER, 1970).

### 2.3.1 Aplicações do PMV

A interação térmica entre o homem e o ambiente tem sido objeto de muitos estudos, os processos internos pelo qual se produz e responde-se ao calor, são estudadas por fisiologistas, as sensações sobre o ambiente por psicólogos e o processo de transferência de calor entre o homem e o ambiente por físicos (NICOL *et al.*, 2012).

Desde a introdução dos índices PMV e PPD em 1970 numerosos estudos sobre o conforto térmico em situações reais foram realizados. Os resultados apontados pelos índices de Fanger (1970) obtidos em ambientes laboratoriais têm mostrado que divergem significativamente dos encontrados em pesquisas realizadas em ambientes reais.

No Brasil, os pesquisadores Xavier; Lamberts (2011), Xavier (2000), Lamberts; Xavier (2003), Gouvêa *et al.* (2003), Hackenberg *et al.* (2001) realizaram vários estudos sobre conforto térmico. Estudos dos efeitos do conforto térmico sobre as pessoas e a busca pelo bem-estar fisiológico e psicológico vêm de longa data e, somente nas últimas décadas têm se intensificado em ambientes internos, um dos vieses que norteou esta pesquisa.

Vergara (2001) estudou o pessoal da Unidade de Terapia Intensiva (UTI) do Hospital Universitário de Florianópolis (HU – UFSC), coletando as variáveis ambientais e pessoais entre os três turnos de trabalho.

A pesquisa ocorreu uma hora após a troca de turno, considerando que os trabalhadores já estivessem em estado estacionário, ou seja, desempenhando suas atividades há no mínimo meia hora, evitando a influência de taxas metabólicas transientes. Foram utilizadas quatro variáveis ambientais, referentes às condições termo climáticas do ambiente analisado e duas variáveis pessoais, de influência sobre o conforto térmico. Para a análise das condições de conforto térmico foi utilizado o índice térmico normalizado PMV de Fanger.

Considerando as imprecisões relacionadas às variáveis pessoais, sobretudo as taxas metabólicas estimadas, especialmente para o ambiente analisado, onde as atividades são desempenhadas por uma equipe de trabalhadores de diferentes especialidades e características individuais, que ao contrário do preestabelecido, apresentaram valores de taxas metabólicas divergentes, o que influenciou consideravelmente, nos resultados das análises comparativas entre os valores de sensações térmicas analíticas e subjetivas de conforto.

Os resultados da pesquisa de Vergara (2001) revelaram que as sensações térmicas de conforto descritas pelas pessoas na UTI do HU-UFSC são bem diferentes das sensações térmicas analíticas calculadas através do modelo do PMV de Fanger (1970).

Na região metropolitana de Porto Alegre, Grandi (2006) avaliou a sensação térmica de 23 operadores do Centro de Controle Operacional (CCO) das linhas de trens urbanos em 3 turnos de funcionários. O ambiente avaliado foi uma sala de controle climatizada artificialmente e tem como o objetivo a compreensão de como o ser humano responde às condições do ambiente interno em situação real de trabalho para um projeto

eficiente. Foram pesquisadas quatro variáveis ambientais e duas variáveis pessoais, sobre as sensações e preferência térmica durante o período de permanência na sala e verificou-se que as sensações térmicas de conforto descritas pelos operadores, em seus postos de trabalho, são de neutralidade em 61,5% dos respondentes, porém divergentes das calculadas pelo modelo PMV. Concluiu-se que a provável razão para a correlação entre as sensações relatadas e o PMV apresentaram coeficientes de determinação com quase nenhuma associação, pode estar na imprecisão dos valores da taxa metabólica e do isolamento térmico das vestimentas, uma vez que foram estimados com base nas tabelas ISO 7730:2006.

Beizaee *et al.* (2012) investigou sobre a precisão do modelo PMV para prever sensações de conforto térmico em edifícios residenciais e de escritórios com ventilação no Reino Unido com 16 participantes. As variáveis ambientais foram registradas enquanto os participantes votaram a sensação térmica.

A comparação da sensação térmica relatada e o PMV calculado mostrou que, em geral, as temperaturas neutras encontradas nas residências e nos escritórios foram 23,4°C e 23,2°C, ou seja, respectivamente, 3°C e 2,5°C menor do os índices previstos. O estudo mostrou que o modelo PMV do Fanger não tem precisão suficiente para prever a sensação térmica das pessoas em residências e escritórios com ventilação natural no Reino Unido durante o verão. E em ambos os casos, o modelo PMV previu condições do conforto térmico em temperaturas mais altas do que as temperaturas reais de sensações térmica confortáveis.

### **2.3.2 Aplicações do PMV com idosos**

Van Hoof; Hensen (2006) verificaram se o índice PPD/PMV é válido para aplicação na população de idosos saudáveis que tem características físicas diferentes em relação aos mais jovens. As diferenças individuais entre as pessoas são frequentemente maior do que um valor de escala ASHRAE quando expostos ao mesmo ambiente. Além disso, a percepção individual do dia-a-dia de um determinado ambiente também pode variar a zona de conforto (inverno 20-24°C e verão 23-26°C). Essa é a razão porque não é razoável esperar que todos estejam satisfeitos dentro de um ambiente artificialmente controlado, mesmo quando as condições térmicas atenderem aos padrões atuais salientam os autores.

Avaliando o índice PMV/PPD para o conforto térmico de idosos os resultados apresentaram maiores discrepâncias se comparado a outras faixas etárias. Tsuzuki; Ohfuku (2001) ao comparar os índices PMV de um grupo de idosos com os relatos de sensações térmicas notaram um resultado contraditório, sugerindo a dificuldade de avaliar o ambiente em pessoas com baixa taxa metabólica pelo método do PMV. O índice de PPD foi menor, do que as sensações relatadas pelos idosos também nas pesquisas de Enomoto-Koshimizu *et al.* (1997)<sup>1</sup> *apud* Van Hoof; Hensen (2006).

Schellen *et al.* (2010) consideraram que o modelo PMV foi capaz de prever a sensação térmica dos jovens, em resposta a um desvio de temperatura moderada. No entanto para os idosos, o modelo é capaz de estimar a sensação térmica correspondente à neutralidade térmica (a sensação térmica relatada foi de pouco frio).

Os idosos não percebem o conforto térmico de forma diferente dos jovens em idade universitária conforme demonstrou os estudos de Van Hoof; Hensen (2006), que encontraram uma redução na transpiração dos idosos em comparação aos mais jovens. O ponto inicial da temperatura corporal para o aparecimento da transpiração foi aumentado. Essas diferenças foram mais pronunciadas nas mulheres.

A pesquisa, de base teórica, revelou que embora não existam evidências de que o modelo PMV seja exato ao prever o conforto térmico para idosos, atualmente não existe melhor modelo e afirmam a necessidade de mais pesquisas sobre as preferências térmicas de idosos em ambientes reais (VAN HOOFF; HENSEN, 2006).

### **2.3.3 Discussão sobre a validação do PMV**

Antes de avaliar a validade do modelo de PMV, é importante notar algumas considerações teóricas no que diz respeito à sua utilização. Em primeiro lugar, o modelo PMV foi concebido para prever a média da sensação térmica para um grande número de pessoas, diz Charles (2003), e em segundo lugar a dificuldade na obtenção de neutralidade térmica para todos os ocupantes em um espaço também é refletida nas metas de percentuais de insatisfeitos (tipicamente 90% para o conforto de corpo inteiro) estabelecidos pelos padrões de conforto térmico.

Além disso, há fatores sociais que determinam o modo como reagir ao ambiente, enquanto que o papel dos engenheiros é decidir como as necessidades ambientais



do homem podem ser satisfeitas em ambientes internos, salienta Fabbri (2013). Para a construção de um modelo de comportamento térmico que seja capaz de estimar a sensação térmica das pessoas em um ambiente real, o autor salienta que o estudo em conforto térmico tem que considerar o relacionamento entre as condições ambientais e as respostas fisiológicas e subjetivas das pessoas. No geral, erros de medição, particularmente em relação às estimativas conhecidas como o isolamento das vestimentas pode ser consideravelmente problemático para a precisão do modelo de PMV.

A relação entre a sensação térmica estimada e a real, após fazer ajustes razoáveis para erros de medição e utilizando o banco de dados da ISO 7730:2006; 2011, Nicol *et al* (2012) concluem que erros de medição reduzem a precisão do modelo de PMV em cerca de 20 a 25%, quando a base de dados é tratada como um todo. No entanto, vários pesquisadores demonstraram que a discrepância entre a sensação térmica real (STR) e a de campo excede o que poderia ser razoavelmente atribuídos a tais erros.

Os resultados apresentados pelas análises preliminares, em concordância com experimentos anteriores Humphreys; Nicol (1998); Vergara (2001); Grandi (2006); Van Hoof; Hensen (2006); Beizae *et al.* (2012); Nicol *et al.* (2012) e Fabbri (2013) demonstraram que as sensações térmicas de conforto em ambientes reais de acordo com a escala de sete pontos da ISO e da ASHRAE divergem dos índices térmicos PMV de Fanger, enquanto estão em câmaras climatizadas, se comparadas com experimentos realizados a partir de ambientes reais.

## **2.4 Principais normas de conforto térmico**

As principais normas existentes sobre conforto térmico foram desenvolvidas pela ISO e pela ASHRAE e estão sintetizadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Principais Normas da ISO e ASHRAE

Norma ISO 7730:1994	Norma ISO 7730:2005	Norma ISO/DIN 7726:1996	Norma ISO 8996:1990	Norma ISO 10551:1995	Norma ISO 9920:2007	ASHRAE Standard 55 (ISO7730: 2006; 2011)
<p>“Moderate Thermal Environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort”</p> <p>Propõe o método de determinação da sensação térmica, a partir dos índices PMV e PPD proposto por Fanger (1970) e o grau de desconforto das pessoas expostas a ambientes térmicos moderados, especificando ainda, as condições térmicas aceitáveis para o conforto.</p>	<p>“Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria”</p> <p>Revisão para avaliação dos ambientes térmicos desenvolvida em paralelo com a ISO 7730:2006; 2011: padrão 55. Especifica os métodos para a medição e a avaliação dos ambientes térmicos moderados e extremos a que os seres humanos são expostos. Sensação térmica das pessoas relacionando o equilíbrio térmico do corpo como um todo e suas influências como os parâmetros pessoais e os parâmetros ambientais.</p>	<p>“Thermal Environments - instruments and methods for measuring physical parameters”.</p> <p>Responsável pela especificação das características mínimas dos instrumentos de medição das variáveis físicas, assim como apresenta os métodos de medição desses parâmetros.</p>	<p>“Ergonomics - Determination of Metabolic Heat Production”.</p> <p>Desenvolvida para a determinação da produção do calor. É utilizada também para a verificação da prática de atividades do custo energético de atividades específicas ou atividades físicas, além do custo total energético das atividades.</p>	<p>“Ergonomics of the thermal environment. Check the influence of the thermal environment using subjective judgment scales”.</p> <p>Fornecer subsídios para a construção e uso de escalas de julgamento, tais como escala de percepção térmica, de preferência térmica, de aceitabilidade térmica e de tolerância térmica, para a utilização na obtenção de dados confiáveis e comparativos sobre os aspectos subjetivos do conforto e stress térmico.</p>	<p>“Ergonomics of the thermal environment – Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble”.</p> <p>Específica para a estimativa das características térmicas, como a resistência à perda de calor seco e à perda por evaporação, em condições de estado estacionário para um traje de roupas, baseados em valores conhecidos do isolamento das vestimentas, como trajes e tecidos.</p>	<p>“Human Comfort and Health Requirements”</p> <p>Apresenta informações sobre o isolamento das vestimentas, os períodos e localizações de medições, o desconforto devido à corrente de ar e uma bibliografia atualizada, utilizada em estudos de conforto térmico.</p>

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

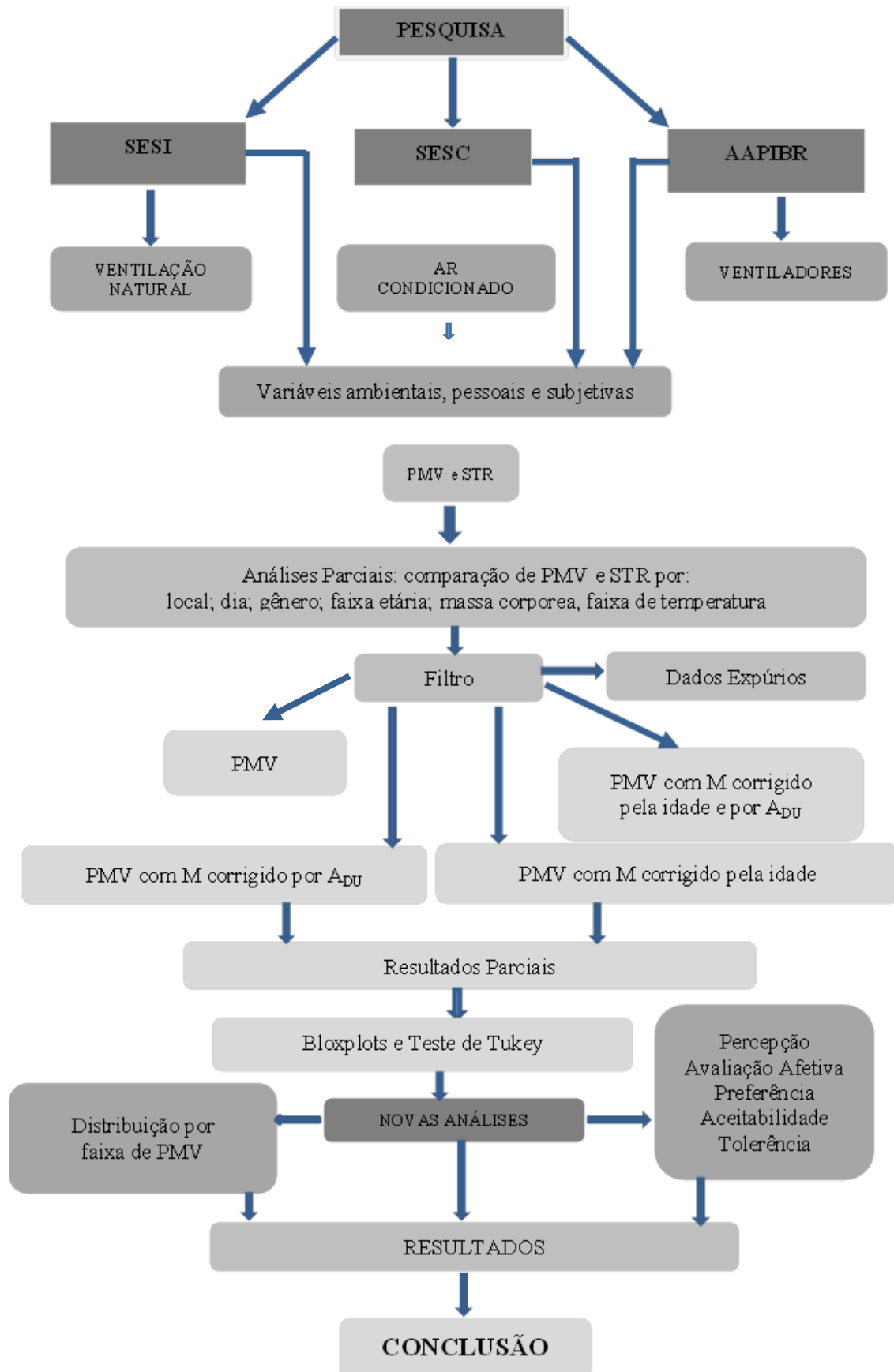
Com o interesse em avaliar a percepção térmica de idosos, a pesquisa buscou ambientes em condições termicamente favoráveis e que propusessem atividades de integração social com um número significativo de idosos em ambientes costumeiros e em atividade sedentária. Os idosos que participaram da pesquisa com 60 anos ou mais são frequentadores do Serviço Social da Indústria (SESI), do Serviço Social do Comércio (SESC) e da Associação dos Aposentados, Pensionistas e Idosos de Bauru e Região (AAPIBR) todos na cidade de Bauru – SP. As sessões de medidas internas foram realizadas durante a temporada de verão, em oito dias nos meses de novembro de 2014, fevereiro e março de 2015.

Os parâmetros pessoais e subjetivos, assim como os dados biométricos foram levantados por meio de questionários, simultaneamente aos de temperatura do ar, velocidade de ar, temperatura radiante média e umidade relativa, obtidos por meio de um conjunto de termômetros e complementados pelo Banco de dados meteorológicos do Centro de Meteorologia de Bauru (IPMet, 2015).

Para detecção da associação dos índices, foi feito o uso do modelo do PMV proposto por Fanger (1970) que é empregado em termos da condição física do organismo em função do ambiente. O PMV foi verificado pela influência da área de DuBois ( $A_{DU}$ ) e pela queda da taxa metabólica (estimada por meio de valores constantes na ISO 7730:2005 considerando a área padrão do corpo humano de  $1,8 \text{ m}^2$ ) e pela idade, e os resultados foram posteriormente confrontados com a STR.

O fluxograma a seguir ilustra as etapas da pesquisa (Figura 5).

Figura 5 – Fluxograma dos métodos utilizados na pesquisa



### 3.1 Variáveis ambientais, pessoais e subjetivas

Em relação às variáveis ambientais referentes às condições termo climáticas dos espaços analisados, quatro parâmetros foram observados e medidos de acordo com a ISO 7726:1996:

- a) temperatura bulbo seco (Tbs);
- b) temperatura de globo (Tg);
- c) temperatura de bulbo úmido (Tbu);
- d) velocidade relativa do ar (Var).

Em relação as variáveis pessoais de influência sobre o conforto térmico e dados biométricos, dois parâmetros foram observados e medidos de acordo com a ISO 7730:2005; ISO 8996:1990; ISO 8996:1990:

- a) Isolamento Térmico das Vestimentas (Icl), em clo (1 clo = 0,155 m<sup>2</sup>.°C/W) conforme Tabela C1 da ISO 7730:2005.
- b) Taxa metabólica (M) (1 Met = 58,20 W) conforme tabela da ISO 7730:2005.

Quanto às variáveis subjetivas foram obtidos dois parâmetros por meio da aplicação do questionário aos idosos utilizando as escalas sensoriais de percepção térmica (a) e de preferência térmica (b) normalizadas pelas ISO 7730:2005 (Quadro 3).

Quadro 3 - Escalas subjetivas

(a) Percepção Térmica		(b) Preferência Térmica	
+3	Com muito calor	+3	Bem mais quente
+2	Com calor	+2	Mais quente
+1	Levemente com calor	+1	Um pouco mais quente
0	Neutro (nem calor, nem frio)	0	Assim mesmo
-1	Levemente com frio	-1	Um pouco mais frio
-2	Com frio	-2	Mais frio
-3	Com muito frio	-3	Bem mais frio

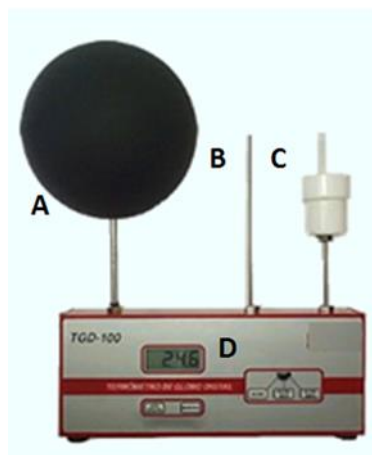
### 3.2 Instrumentos utilizados nas medições

A pesquisa utilizou um conjunto de equipamentos para a medição das variáveis ambientais de acordo com a norma ISO/DIN 7726:1996.

#### 3.2.1 Medições das variáveis ambientais

O Conjunto Digital de Termômetros modelo TGD 100 da ISTRUTHERM, utilizado na pesquisa, é composto por um termômetro de globo (Tg), um Termômetro de bulbo seco (Tbs) e um Termômetro de bulbo úmido (Tbu), acoplados a um registrador de temperatura e as especificações técnicas (Figura 6).

Figura 6- Instrumentação - conjunto digital de termômetros



- A. Termômetro de globo;
- B. Termômetro de bulbo Seco;
- C. Termômetro com bulbo úmido;
- D. Registrador das temperaturas.

Especificações Técnicas:  
 Escala:  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+150^{\circ}\text{C}$   
 Resolução:  $0,1^{\circ}\text{C}$   
 Precisão:  $0,1^{\circ}\text{C} \pm$  último dígito significativo

Fonte: Vectus (2015)

O Anemômetro de conchas digital modelo AM - 4220 da LUTRON e as especificações técnicas (Figura 7) fizeram parte da instrumentação utilizada na medição das variáveis ambientais.

Figura 7 - Instrumentação - anemômetro digital



- E. Medidor da velocidade do ar;  
 F. Registrador da velocidade com fixador e memória.

Especificações Técnicas:  
 Velocidade máxima: 0,9 a 35m/s  
 Resolução: 0,1m/s  
 Precisão:  $\pm (2\% + 0,2\text{m/s})$

Fonte: InstrumentCatalog (2015)

As medições das variáveis ambientais aconteceram simultaneamente enquanto os idosos que participaram da pesquisa respondiam ao questionário, após uma explicação detalhada das intenções da pesquisa e da importância da fidelidade das respostas.

### 3.2.2 Medições das variáveis pessoais e subjetivas

No questionário aplicado foi definido de acordo com a ISO 7730:2005; ISO 10551:1995 (Apêndice 1) e foram abordadas questões relativas a:

- a) Caracterização dos indivíduos - respondida no início da medição, contendo os seguintes dados pessoais e biométricos - idade, altura, peso, gênero e atividade;
- b) Composição de vestimentas (Questão 1) - marcada a opção usada durante o período da pesquisa para a determinação do índice de isolamento térmico (Icl) de acordo com a Tabela C.1 da ISO 7730/2005: Isolamento térmico para trajes típicos de uso diário;

Os dados subjetivos em relação ao ambiente fazem parte das questões de 2 a 6 relacionando a avaliação das condições de conforto, sensações e percepção térmica dos participantes. No presente estudo foi considerada a atividade do idoso para a identificação dos valores de taxa metabólica conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Taxa metabólica para diferentes atividades

Atividade	Taxa metabólica	
	W [W/m <sup>2</sup> ]	M [met]
Tabela B.1 da ISO 7730		
Deitado reclinado	46	0,80
Sentado relaxado	58	1,00
Atividade sedentária	70	1,20
Atividade leve em pé	93	1,60

O isolamento térmico dos trajes dos idosos foi estimado segundo os valores básicos de isolamento térmico para trajes típicos e, classificados conforme a tabela C1 da norma ISO 7730 (Figura 8), considerando que para pessoas sentadas, a cadeira pode contribuir com um aumento adicional de isolamento de 0 a 0,4 clo (LAMBERTS *et al.* 2011).

Figura 8 - Tabela C.1 da ISO 7730 - Isolamento térmico para trajes típicos

<input type="checkbox"/> Calcinha, camiseta, bermuda, meias finas e sandália;
<input type="checkbox"/> Cueca, camisa com mangas curtas, calça leve, meias finas e sapatos;
<input type="checkbox"/> Calcinha, anágua, meias, vestido e sapatos;
<input type="checkbox"/> Roupa de baixo, camisa, calça, meias e sapatos;
<input type="checkbox"/> Calcinha, camisa, calça, jaqueta, meias e sapatos;
<input type="checkbox"/> Calcinha, meias, blusa, saia longa, jaqueta e sapatos;
<input type="checkbox"/> Roupa de baixo com manga comprida e pernas, camisa, calça, suéter de decote V, jaqueta, meias e sapatos;
<input type="checkbox"/> Roupa de baixo com manga comprida e pernas, camisa, calça, colete, jaqueta, casaco, meias e sapatos.

Fonte: *International Organization for Standardization (ISO, 2005)*

### 3.3 Determinação do tamanho da amostra

Para que o resultado obtido fosse representativo e com um alto percentual de confiabilidade, evitando a ocorrência do erro amostral, o tamanho da amostra adequada foi baseado na estimativa da proporção populacional e limitada segundo Levin (1987) e Levine *et al.* (2000).

Para o cálculo do tamanho da amostra Levine *et al.* (2000) sugere a aplicação da Equação (6): considerando que os valores de p e q sejam desconhecidos usa-se 0,5 para ambos.

$$n = \frac{Z_{\alpha/2} p \cdot q}{E r^2} \quad (6)$$



Onde:

$n$  = número de indivíduos na amostra

$Z_{\alpha/2}$  = valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado

$p$  = proporção populacional de indivíduos que pertence à categoria em estudo

$q$  = proporção populacional de indivíduos que não pertence à categoria em estudo ( $q = 1 - p$ )

$Er$  = margem de erro ou erro de estimativa

Para uma margem de erro ( $Er$ ) de  $\pm 5\%$  (ou 0,05) e nível de confiança de 95% o resultado obtido foi de 384 indivíduos. No entanto, a pesquisa apresentou 316 indivíduos e um nível de confiança aproximado de 92%.

Algumas questões poderiam gerar dificuldades na coleta de dados, de acordo com Simões (1998) como a dificuldade de aproximação aos idosos, o entendimento deles sobre a importância das variáveis e a impaciência de alguns para que a pesquisa fosse breve. Eles não queriam sair da rotina em praticar as atividades e as reuniões a que se propuseram para aquele dia.

### **3.4 Caracterização dos ambientes da pesquisa**

O levantamento de dados foi realizado no SESI/SP: Unidade Centro de Atividades Raphael Noschese, no SESC/SP e na AAPIBR, espaços que oferecem atividades de integração social para idosos.

#### **3.4.1 SESI Bauru**

O SESI Bauru (SP) foi fundado em 1946 e atualmente oferece atividades de cultura, educação, esporte, qualidade de vida e responsabilidade social para todas as faixas etárias, inclusive crianças e terceira idade (SESI, 2015).

O Centro de Atividades Raphael Noschese, unidade da pesquisa, fica localizado na Rua Rubens Arruda, quadra 8, número 50, no Bairro Altos da Cidade (Figura

9), possui lanchonete, espaço para brincar, salas de ginástica, academia, ginásio poliesportivo coberto, quadras poliesportivas descobertas, pistas de bocha, piscinas descobertas, áreas de exposição, espaço interativo com jogos, auditório e salas multifuncional.

Figura 9- Fachada do SESI: Centro de Atividades Raphael Noschese



A unidade apresenta um grupo reduzido de 25 idosos cadastrados e frequentadores dos programas de promoção ao desenvolvimento cultural e eventos que o Serviço proporciona.

No momento do levantamento de dados o ambiente encontrava-se naturalmente ventilado, ou seja, não havia ventiladores ou condicionamento de ar em funcionamento.

A pesquisa foi realizada 30 minutos após a chegada dos idosos na sala multifuncional (Figura 10), considerando que todos estivessem em estado de repouso para não haver influências no metabolismo e, durante a pesquisa se mantiveram sentados.

Figura 10 - Sala multifuncional do SESI

(a) Vazia mostrando a posição dos instrumentos



(b) Com os participantes aguardando a realização da pesquisa



### 3.4.2 SESC Bauru

O SESC Bauru (SP) ao longo dos anos introduziu novos modelos de ação cultural e teve a educação como pressuposto para a transformação social com o propósito de uma atuação no campo da cultura e de diferentes manifestações destinados a todos os públicos e em diversas faixas etárias (SESC, 2015).

A unidade está situada na Avenida Aureliano Cardia, Quadra 6, número 71, na Vila Cardia (Figura 11).

Figura 11 – Fachada do SESC Bauru



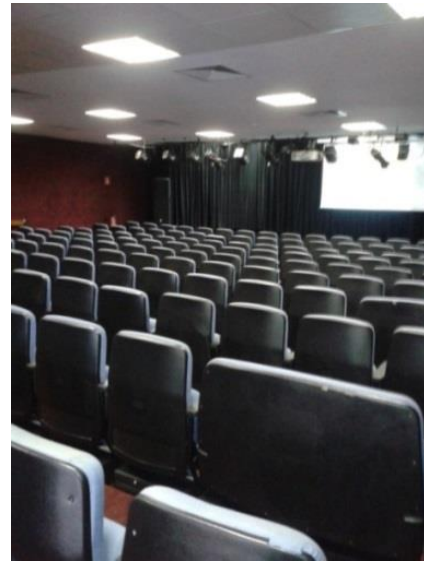
O serviço possui cafeteria, espaço de leitura, espaço para brincar interno e externo, salas de ginástica multifuncional, ginásio poliesportivo coberto e duas piscinas descobertas com solário, campo de futebol, quadra poliesportiva, quadra de tênis, pista de caminhada, consultórios odontológicos, salas multiuso, áreas de exposição, praça e um auditório (com capacidade para 165 lugares) apresentado na Figura 12.

Figura 12 – Auditório do SESC

(a) Vista a partir da frente



(b) Vista a partir do fundo



O início do levantamento foi logo após a chegada dos idosos no auditório, conforme solicitado pelo coordenador do local. No momento do levantamento das variáveis pessoais, subjetivas e ambientais, o ambiente se encontrava com o condicionamento de ar em funcionamento.

### 3.4.3 AAPIBR em Bauru

A AAPIBR está localizada na Rua Júlio Prestes, quadra 1, número 58, no Centro de Bauru (Figura 13).

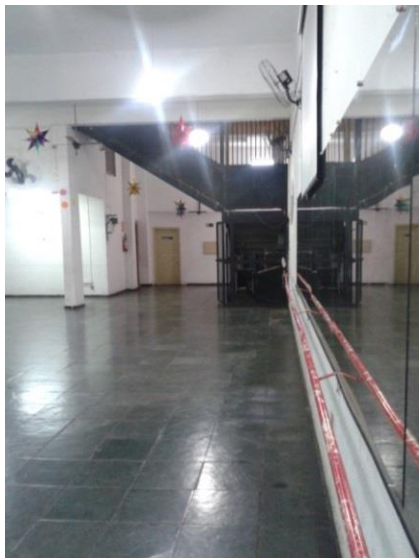
Figura 13 - Fachada da AAPIBR



Trata-se de um projeto com atividades socioculturais e educativas voltadas aos associados maiores de 40 anos. Conta com espaço para cabelereiro, manicure, lotérica, farmácia, sala de ginástica multifuncional (Figura 14), dança de salão, consultórios odontológico, médico e psicológico, além de projetos de integração, exposição, danças e jogos.

Figura 14 - Sala multifuncional da AAPIBR

(a) Vista do ventilador de parede



(b) Vista do ventilador de parede



A AAPIBR desenvolve, assim, uma ação de integração social com o intuito de valorizar as pessoas maiores de 60 anos e estimular a autonomia pessoal, a interação e o contato com expressões e os diversos modos de pensar, agir e sentir dos idosos (AAPIBR, 2015).

A pesquisa foi realizada após 30 minutos da chegada dos idosos na sala multifuncional, considerando que todos estivessem em estado de repouso (sentados/relaxados) para não haver influências no metabolismo e durante toda a pesquisa mantiveram-se sentados.

No momento do levantamento de campo das variáveis, o ambiente encontrava-se com os ventiladores afixados na parede e no teto, em funcionamento (Figura 13-a).

### 3.5 Caracterização das amostras

A coleta de dados ocorreu durante o período em que as pessoas vinham até as unidades para a realização de reuniões com os respectivos coordenadores (SESI, SESC e AAPIBR) com a finalidade de conhecer as ocupações oferecidas e exercerem alguma atividade de integração social.

O levantamento foi realizado nos horários e nos tempos estabelecidos pelos respectivos coordenadores. A Tabela 2 relaciona o número dos participantes classificados por local e datas da realização da pesquisa.

Tabela 2 – Classificação de participantes por local pesquisado

Local	Número de Idosos	Mês
SESI	14	Novembro/2014
SESC	276	Fevereiro e Março/2015
AAPIBR	26	Março/2015
Total	316	

O início da análise das medições classificou que dos 316 indivíduos, 263 (83,2%) eram do gênero feminino e 53 (16,8%) do gênero masculino. Posteriormente, os dados foram dispostos com o propósito de caracterizar a população quanto à faixa etária, a Tabela 3 mostra essa relação.

Tabela 3 - Faixa etária e número de idosos

Faixa Etária	Número de Idosos
60 a 70 anos	150
71 a 80 anos	134
Mais de 81 anos	32



Os indivíduos que estão entre 60 a 70 anos somam 47,5%, média de 66 anos e desvio padrão de 2,9. Os que estão entre 71 a 80 anos somam 42,4%, média de 75 anos e desvio padrão de 2,6 e, 10,1% têm mais de 81 anos sendo que apenas dois possuíam 91 anos.

### **3.6 Análise dos resultados**

Com o propósito de verificar as condições de conforto térmico dos idosos nos ambientes pesquisados, as medições das variáveis ambientais, pessoais e subjetivas foram avaliadas através de procedimentos estatísticos, compreendendo: análise da população pesquisada, análise dos ambientes térmicos, análise das variáveis pessoais e subjetivas e, correlação entre o PMV e a STR.

#### **3.6.1 Análise dos ambientes térmicos**

As medições foram realizadas em ambientes internos no SESI, no SESC e na AAPIBR, obtendo os valores da temperatura de globo ( $T_g$ ), da temperatura do ar ( $T_{bs}$ ), da umidade relativa do ar ( $T_{bu}$ ) e da velocidade do ar ( $V_{ar}$ ).

A partir destes valores medidos foi possível identificar as temperaturas mínimas, máximas e o desvio padrão para cada local pesquisado. A Tabela 4 mostra que no SESI e na AAPIBR não houve oscilações significativas de temperaturas e no SESC houve significativas oscilações de temperaturas.

A tabela 5 apresenta as médias de variações térmicas ( $^{\circ}\text{C}$ ) nos locais pesquisados.

Tabela 4 – Variáveis ambientais por local de pesquisa

LOCAL DATA	Tg (°C)		Tbs (°C)		Tbu (°C)	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min
SESI (14/11/2014)	28,9	27,3	28,9	26,6	21,8	20,2
SESC (04/02/2105)	26,5	22,4	26,1	21,2	20,9	17,8
SESC (05/02/2105)	24	20,8	20,3	19,5	19,9	16,8
SESC (06/02/2105)	24,8	18,9	25,0	18,0	21	16,2
SESC (03/03/2105)	26,3	22,2	25,2	21,3	21,6	18,2
SESC (04/03/2105)	25,5	23,3	26,0	22,6	22,0	20,0
SESC (05/03/2105)	24,3	21,6	21,6	20,3	19,3	17,7
AAPIBR (06/03/2015)	25,7	25,4	25,3	24,8	22,7	22,6
Desvio Padrão	2,6		3,1		2,1	

Tabela 5 – Médias de Variações Térmicas (°C)

Termômetros/Espaços	Tg [°C]	Tbs [°C]	Tbu [°C]
Média das Variações Térmicas [°C] SESI	1,6	2,3	1,6
Média das Variações Térmicas [°C] SESC	3,7	3,5	3,4
Média das Variações Térmicas [°C] AAPIBR	0,3	0,5	0,1

A temperatura média do ar registrada no mês de novembro de 2014, segundo IPMET (2015), foi de 24,8°C. A temperatura média do mês de fevereiro de 2015 foi de 26 °C e em março de 2015 foi de 24,5°C.

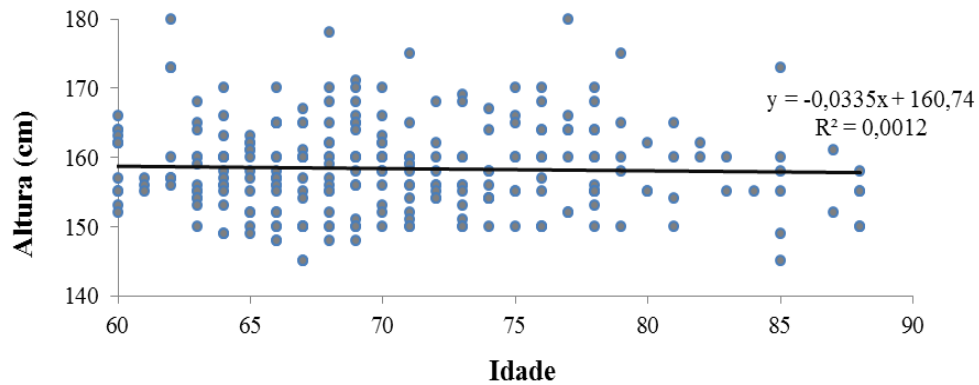
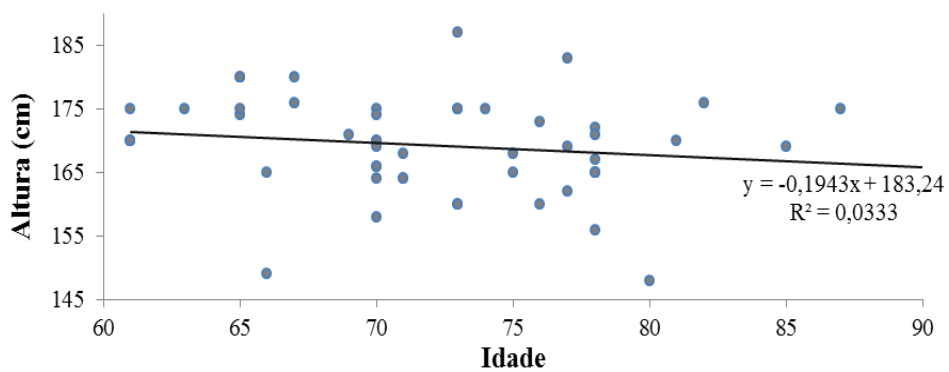
### 3.6.2 Análise da população pesquisada

Primeiramente foi utilizada a estatística descritiva com a finalidade de organizar, separar e apresentar o conjunto de dados coletados. As análises quantitativas quanto ao gênero foram determinadas. As variáveis pessoais (Icl e M) foram analisadas para caracterizar a população com base nas respostas dos questionários.

A pesquisa procurou relacionar se os dados biométricos dos indivíduos tinha alguma influência nas sensações térmicas em virtude da Equação (2)  $A_{DU}$ .

Segundo Papaléo (1996) “a estatura da pessoa mantém-se até os 40 anos, a partir dessa idade reduz cerca de um centímetro por década, acentuando-se após os 70 anos sendo mais acentuado no gênero feminino”. As Figuras 15 e 16 apresentam a relação da altura dos idosos com a idade e o gênero, entretanto, observa-se que, em ambos os casos não houve correlações significativas que pudessem influenciar em grande escala os resultados dos índices PMV corrigidos pela  $A_{DU}$  (utilizados nas análises futuras).



Figura 15 – Altura *versus* idade *versus* gênero femininoFigura 16 – Altura *versus* idade *versus* gênero masculino

### 3.6.3 Tratamento e Análise dos dados

Os resultados dos levantamentos foram tabulados em planilhas eletrônicas para posterior processamento. Os valores de PMV foram calculados através de uma macro em Visual Basic for Application (VBA) para planilha eletrônica Microsoft Excel elaborada a partir do algoritmo original em Fortran descrito na ISO 7730:1994.

Pela indicação da ISO 7730:1994, para que os valores de PMV sejam compatíveis com as sensações relatadas pelas pessoas em ambientes reais (STR), devem ser respeitadas as condições de aplicabilidade apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Condições de aplicabilidade

Variáveis	Valores entre:
PMV	-2 e +2
Taxa Metabólica [W/m <sup>2</sup> ]	46 e 232
Resistência Térmica das roupas [clo]	0 a 2
Temperatura do ar [°C]	10 e 30
Temperatura radiante média [°C]	10 e 40
Velocidade do ar [m/s]	0 e 1

Desta forma foram eliminados da análise valores de PMV ou STR de -3 ou +3. Para compatibilidade das análises, foram eliminados também os dados cujos PMVs e STRs expressavam sensações opostas (calor/frio ou vice-versa). Para STR = 0 considerou-se qualquer valor de PMV.

Os valores de PMV foram comparados aos de STR na situação padrão, com o PMV calculado usando a taxa metabólica (M) gerada a partir da área de DuBois ( $A_{DU}$ ), com M reduzido à razão de 3% a cada década a partir de 30 anos e calculando M pela junção das duas possibilidades anteriores.

Foram construídos para as distribuições de STR gráficos "boxplot" compostos por valores de PMV mínimo, quartil 25%, mediana, quartil 75% e máximo. Foram também elaboradas tabelas contendo os seguintes dados de distribuições de STR: número de dados (n), média e desvio-padrão. E a distribuição de valores de STR em função de PMV foi comparada estatisticamente através do teste de Tukey.

A distribuição de respostas às questões sobre preferências térmicas foram comparadas às somas de STRs e PMVs equivalentes conforme os critérios a seguir:

- a) Questão 2: *Você considera sua sensação térmica neste ambiente nesse momento:* Confortável (0) e Levemente desconfortável (-1) + (+1), as outras alternativas não obtiveram dados para análises;
- b) Questão 3: *Por favor, indique como você preferiria que estivesse agora:* Como está (0); Um pouco mais frio (+1); Um pouco mais quente (-1); Mais frio (+2); Mais quente (-2);
- c) Questão 4: *Com base nas minhas preferências a temperatura aqui neste momento é:* Aceitável (-1) + 0 + (+1) e Inaceitável (< -1) + 0 + (> +1);

d) Questão 5: *Essa temperatura é*: Perfeitamente Tolerável: (0); Um pouco difícil de Tolerar (-1) + (+1); Difícil de Tolera (-2) + (+2); Muito difícil de tolerar(-3) + (+3) e Intolerável (< -3) + (> +3).

### 3.6.4 Teste de Tukey

No caso de comparações múltiplas entre amostras de tamanhos iguais, o procedimento mais eficiente, segundo Costa Neto (1977), é o proposto pelo teste de Tukey, utilizado para comparar a totalidade dos contrastes entre duas médias.

O teste utiliza valores críticos da amplitude *studentizada*. Para efeito da aplicação do teste os valores são tabelados pela ANOVA e os resultados dos tratamentos dos dados analisados com as seguintes considerações:

- a) validar para a totalidade dos contrastes de duas médias e,
- b) balancear os dados no caso dos tratamentos apresentarem números de repetições diferentes.

O teste de Tukey foi aplicado considerando todos os dados do conjunto do levantamento de campo para verificar a confiabilidade das médias:

- a) dos índices térmicos do PMV com a STR; e,
- b) dos índices térmicos pela área de DuBois com a STR.

Considerando o nível de significância usual de 5% ( $p = 0,05$ ), caso a probabilidade relacionada a um par comparado seja inferior ou igual a 0,05, a diferença entre as distribuições dos pares é significativa, caso contrário não é.

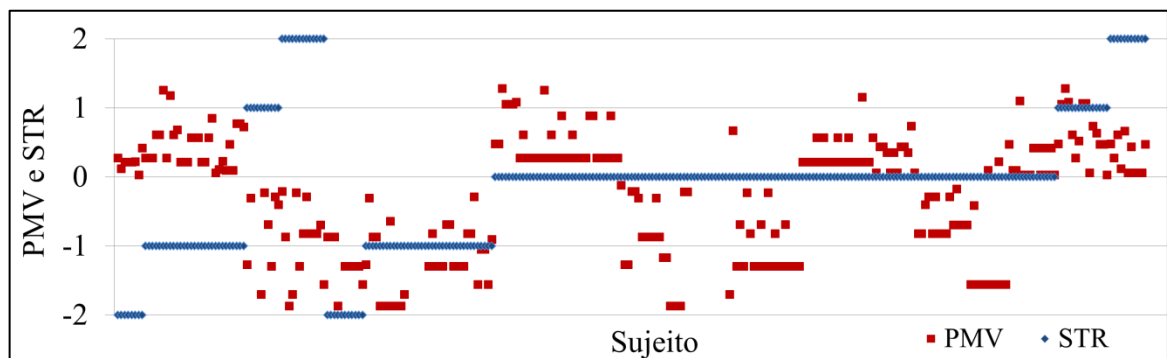
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As medições ambientais, pessoais e subjetivas foram efetuadas no período da primavera (novembro/2014) e no período de verão (fevereiro e março de 2015), totalizando 8 dias e resultou em um conjunto de 316 dados.

A Figura 17 apresenta a comparação entre o PMV e a STR com o conjunto completo da amostra na situação padrão e notando uma baixa correlação entre os resultados: os índices não se sobrepõem como deveriam acontecer.

A avaliação não apresentou os resultados satisfatórios, portanto a pesquisa conduziu-se utilizando filtragens de dados e outros procedimentos.

Figura 17 – PMV *versus* STR



Para a compatibilidade das análises:

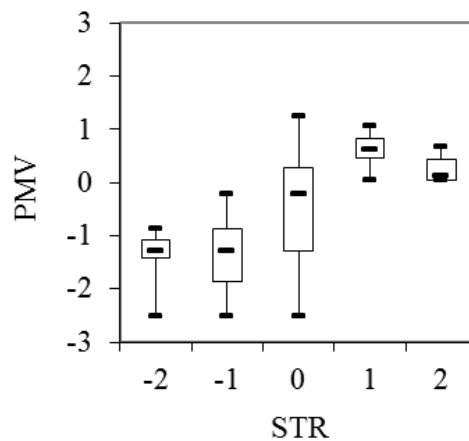
- a) Eliminou-se os valores de PMV e STR de -3 ou +3; restando 295 conjunto de dados;
- b) Limitou-se as análises de dados somente do SESC pelas comparações da STR com o PMV permitir avaliações em ambiente sobre influência de condicionamento de ar. O tamanho da amostra ( $n = 276$ ) permite obter respostas com erro amostral de 5,9%, trabalhando-se com nível de confiança de 95%;
- c) Eliminou-se os dados cujos PMVs e STRs expressavam sensações opostas (calor/frio ou vice-versa). Para  $STR=0$  considerou-se qualquer valor de PMV, restando 235 conjunto de dados;

- d) Verificou-se as quantidades de amostras: 200 conjunto de dados (SESC); aumentando o erro amostral para 6,94%.

#### 4.1 Sensação Térmica

A Figura 18 mostra o PMV *versus* a STR na situação padrão e observa-se que as sensações térmicas dos idosos não correspondem aos índices de PMV, tenderam a ser inferiores a STR, o que significa que eles estariam sentindo mais frio que o calculado. No entanto, os valores da STR apontou que 50,7% dos indivíduos se encontravam na faixa de conforto térmico (neutro = 0).

Figura 18 - Distribuição de PMV *versus* STR



Na Tabela 7 estão relacionados os valores calculados para n (número de amostras), média e desvio padrão dos índices térmicos PMV *versus* STR.

Tabela 7 - Distribuição de PMV *versus* STR

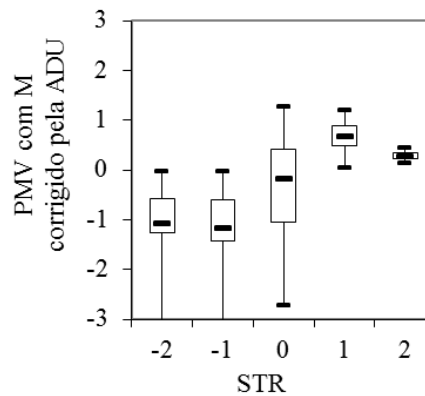
STR	PMV				
	-2	-1	0	1	2
n	11	38	140	8	9
Média	-1,36	-1,39	-0,46	0,62	0,26
Desvio padrão	0,49	0,66	0,96	0,35	0,25

O (PMV médio = 0,26; STR = +2) é inferior ao (PMV médio = 0,62; STR = +1), ou seja essa faixa não deveria ser considerada. Esta distribuição foi submetida ao Teste

de Tukey e o par (-2;-1) não apresentou diferença estatística, contudo os pares (-1;0), (0;1), (1;2) atingiram diferenças estatisticamente relevantes ( $p = 3,01^{-12}$ ), confirmando com o resultado avaliado.

A Figura 19 apresenta a distribuição do PMV com M corrigido pela  $A_{DU}$  versus STR. As alterações por meio deste procedimento foram consideradas irrelevantes. As sensações térmicas dos idosos não correspondem aos índices de PMV, continuam a ser inferiores a STR, significando que eles estariam sentindo mais frio que o calculado.

Figura 19 – PMV com M corrigido pela  $A_{DU}$  versus STR



A Tabela 8 relaciona os valores calculados para n, média e desvio padrão dos índices térmicos PMV corrigidos pela Área de DuBois versus STR.

Tabela 8 - Distribuição de PMV com M corrigido pela  $A_{DU}$  versus STR

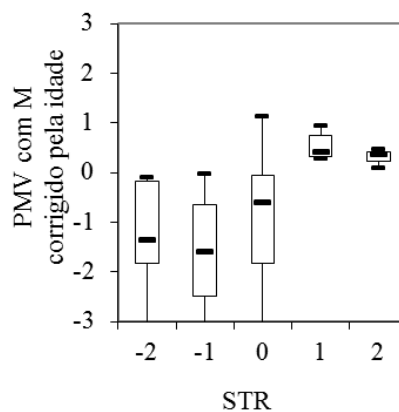
STR	PMV				
	-2	-1	0	1	2
<b>n</b>	13	39	140	8	10
<b>Média</b>	-1,03	-1,11	-0,35	0,67	0,28
<b>Desvio padrão</b>	0,77	0,66	0,95	0,4	0,1

O (PMV = 0,28; STR = +2) é inferior ao (PMV = 0,67; STR = +1), ou seja, essa faixa também não deve ser considerada. Os resultados foram submetidos ao Teste de Tukey e o par (-2; -1) não apresentou significância estatística; os pares (-1; 0), (0; 1), (1; 2) apresentaram diferenças estatisticamente relevantes ( $p = 1,76^{-09}$ ).

A julgar pelos resultados instáveis a pesquisa conduziu-se utilizando o mesmo procedimento de análise dos dados aplicando o PMV com o metabolismo (M) corrigido pela idade e o PMV com o metabolismo (M) corrigido pela  $A_{DU}$  e pela idade com a finalidade de verificar a veracidade dos resultados, segundo Simões (1998) a partir dos trinta anos, a cada década há uma diminuição de cerca de 3% do metabolismo basal.

A Figura 20 apresenta a distribuição estatística verificando a confiabilidade das médias por este procedimento. As sensações térmicas dos idosos mostraram resultados mais estáveis nesta distribuição (intervalo da STR = -1; 0 e +1), o que significa que os idosos estariam sentindo conforto térmico (neutro=0).

Figura 20 – Distribuição do PMV com M corrigido pela idade *versus* STR



A Tabela 9 relaciona os valores calculados para n, média e desvio padrão dos índices térmicos PMV com M corrigido pela idade *versus* STR.

Tabela 9 - Distribuição do PMV com M corrigido pela idade *versus* STR

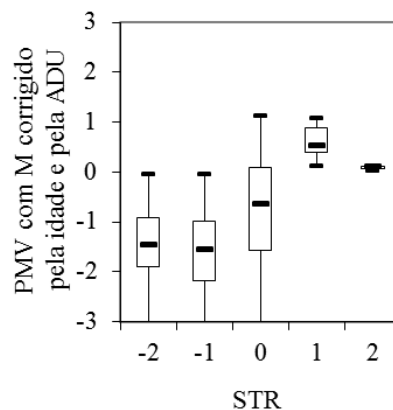
STR	PMV				
	-2	-1	0	1	2
<b>n</b>	17	50	140	6	3
<b>Média</b>	-1,29	-1,6	-0,92	0,53	0,31
<b>Desvio padrão</b>	0,96	1,06	1,12	0,28	0,19

Os resultados (PMV = -1,29; STR = -2) é inferior ao (PMV = -1,60; STR = -1) e (PMV = +0,31; STR = +2) é inferior ao (PMV = +0,53; STR = +1), considerados portanto inconstantes. Os resultados foram submetidos ao Teste de Tukey: os pares (-2; -1) e (1; 2) não apresentaram significâncias estatísticas e, os pares (-1; 0) e (0; 1) apresentaram

diferenças estatisticamente relevantes ( $p = 2,42^{-06}$ ), corroborando com o resultado gráfico na Figura 20.

A Figura 21 mostra a distribuição do PMV com M corrigido pela idade e pela  $A_{DU}$  relacionado a STR. As sensações térmicas dos idosos não correspondem aos índices de PMV, tenderam a serem inferiores a STR, o que significa que eles estariam sentindo mais frio que o calculado por meio do método apresentado.

Figura 21 – Distribuição do PMV com M corrigido pela idade e pela  $A_{DU}$  versus STR



A Tabela 10 relaciona os valores calculados para n, média e desvio padrão dos índices térmicos PMV com M corrigido pela idade e pela  $A_{DU}$  relacionado a STR.

Tabela 10 - Distribuição do PMV com M corrigido pela idade e pela  $A_{DU}$  versus STR

STR	PMV				
	-2	-1	0	1	2
<b>n</b>	14	43	140	6	3
<b>Média</b>	-1,45	-1,58	-0,8	0,6	0,09
<b>Desvio padrão</b>	0,9	0,88	1,1	0,36	0,06

O ( $PMV = 0,09$ ;  $STR = +2$ ) é inferior ao ( $PMV = 0,60$ ;  $STR = +1$ ), do mesmo modo que os anteriores, considerados inconstantes. Os resultados foram submetidos ao Teste de Tukey: o par (-2; -1) não apresentou significância estatística e os pares (-1; 0), (0; 1) e (1; 2) apresentaram diferenças estatisticamente relevantes ( $p = 2,57^{-07}$ ).

Conclui-se portanto, que os intervalos de valores de STR obtidos para os idosos no SESC correspondem aos intervalos de PMV estabelecidos pela escala de sensibilidade térmica (pouco frio: -1; neutro: 0 e pouco calor: +1). O padrão não mudou os



valores e, não são relevantes mesmo com o metabolismo sendo corrigido pela idade e pela área de DuBois.

A Tabela 11 relaciona novos pares de séries, classifica-os e posteriormente submete-os ao teste de Tukey com a finalidade de refinar estas diferenças estatísticas. A probabilidade (p) das médias do PMV e dos valores STR atingiram estatísticas relevantes.

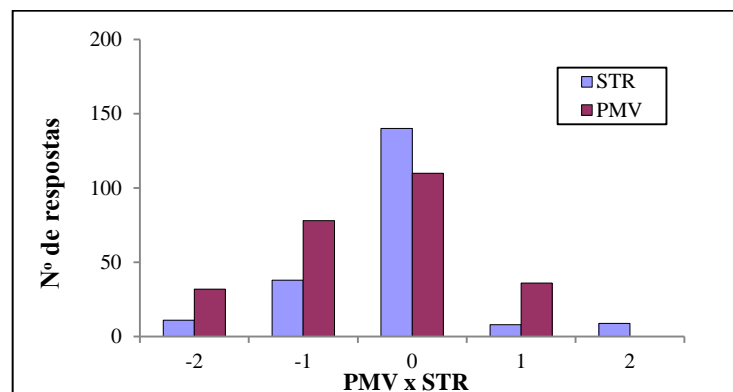
Tabela 11 – Pares de séries

STR	Pares	Probabilidade (p)	Significância estatística
	-2; -1	1	Não
	-1; 0	$3,48969^{-10}$	Sim
	0; +1	$9,89^{-05}$	Sim
	+1; + 2	0,005809533	Sim

Somente o par (-2; -1) não apresentou diferença estatística, os outros pares exibem para o nível de confiabilidade de 95% e as probabilidades  $p < 0,05$  resultados estatisticamente significativos. Dessa forma os testes mostraram que foi possível distinguir somente três faixas de STR: pouco frio (-1), nem frio, nem quente (0) e pouco quente (+1) e ao agrupar as categorias consideradas iguais, novas análises foram executadas.

Os intervalos de valores da STR obtidos para os idosos correspondem aos intervalos de PMV estabelecidos pela escala de sensibilidade térmica (pouco frio: -1,5 a -0,5; neutro: -0,5 a +0,5; pouco calor: +0,5 a +1,5) demonstrando-se, que não há diferença entre a percepção térmica em regime permanente dos idosos pesquisados e dos não idosos que formam a base de dados da bibliografia consultada como expõe a Figura 22.

Figura 22 – Distribuição de respostas *versus* STR e PMV



O resultado não apresentou diferenças significativas entre as escalas (STR = -1 e STR = +2) sendo assim, a comparação acaba em -1, 0 e +1.

O PMV de Fanger revelou-se não ser um bom preditor de sensação térmica de idosos em ambientes reais, pois com as análises apresentadas pode-se observar que os índices térmicos mostraram discrepâncias entre as temperaturas preditas e as relatadas, principalmente em ambiente termicamente controlado por condicionamento de ar (SESC).

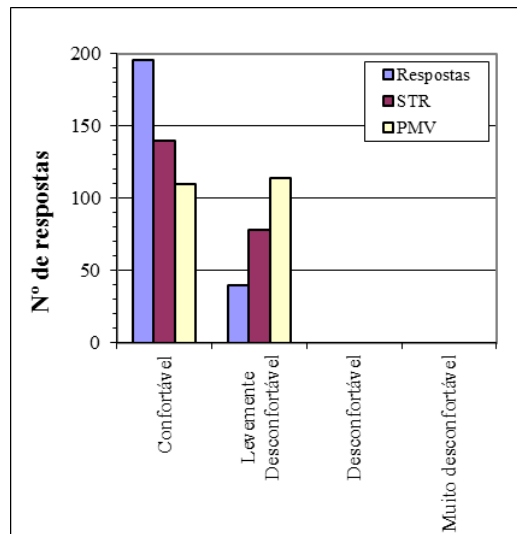
Este aspecto pode primeiramente estar relacionado às dificuldades inerentes à obtenção das medições precisas do isolamento das vestimentas e das taxas metabólicas. As estimativas dessas duas variáveis são suscetíveis a erros e conseqüentes redução de precisão das previsões dos índices térmicos. Os resultados das comparações entre as sensações analíticas e das sensações relatadas, sugerem que os idosos não discriminam e/ou não se importam com as diferenças apresentadas pelas escalas térmicas de sete pontos, utilizadas no levantamento de dados para a determinação das sensações térmicas.

O idoso sente frio mais rapidamente quando a temperatura cai em virtude da densidade do sistema circulatório que diminui e reduz a capacidade reguladora de temperatura pela pele durante o processo do envelhecimento provocando, uma maior sensibilidade ao frio. No entanto, a bibliografia cita muitos casos de mortes por congelamento devido ao maior tempo que o idoso necessita para perceber que está com frio ou, em casos extremos, congelando. O mesmo acontece em relação ao calor.

Além de serem mais susceptíveis à imobilidade, as desnutrições e a doenças sistêmicas interferindo na produção ou na conservação do calor, com o avanço da idade a maior parte da hipoderme (barreira que protege o corpo da perda excessiva de calor) é perdido o que reduz consideravelmente a percepção térmica.

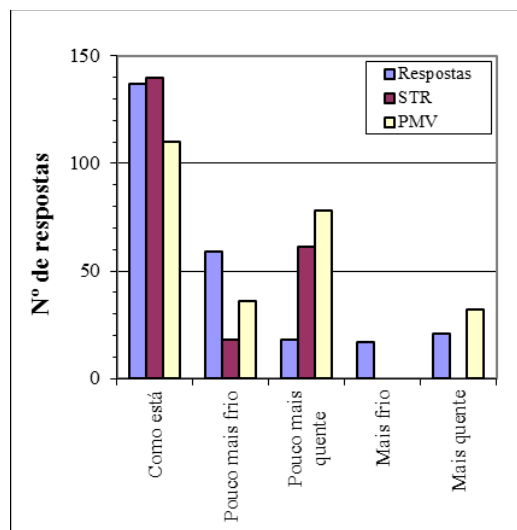
## **4.2 Avaliação Afetiva**

A Figura 23 apresenta de forma gráfica a distribuição de respostas em relação a avaliação afetiva e ao comparar o número de respostas com a STR 71% dos idosos responderam que sentiam-se confortável e 15% responderam que sentiam-se levemente desconfortável. As condições de temperatura encontravam-se entre 18-26,1° C e a média de variação térmica era 3,5° C.

Figura 23 – Distribuição de Respostas *versus* Avaliação Afetiva

### 4.3 Preferência Térmica

Ao avaliar o grupo quanto a questão da preferência térmica a Figura 24 apresenta essa distribuição de respostas.

Figura 24 – Distribuição de respostas *versus* Preferência Térmica

Segundo a escala de preferência térmica: 35% dos idosos preferem a faixa de (PMV = -0,4 e 0,5; STR = 0); 25 % dos idosos preferem a faixa de (PMV = -1,4 e -0,5;

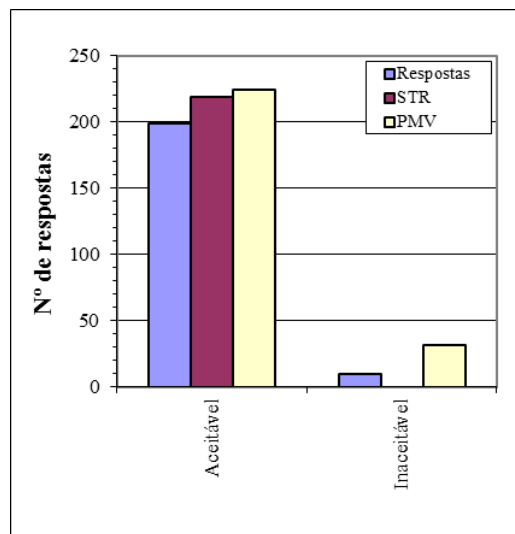
STR = -1); 10% dos idosos preferem a faixa de (PMV = -2,4 a -1,5; STR = -2) e 11% preferem a faixa de (PMV = 0,6 a 1,5; STR = +1).

Concluiu-se que a preferência térmica dos idosos foi de 44% para “como está” (STR = 0) seguindo de 12% para “pouco mais frio” (STR = -1) e os outros valores se apresentaram pouco relevância.

#### 4.4 Aceitabilidade

O grupo ao responder a questão sobre aceitabilidade térmica do ambiente e apresentou um número de 95% de respostas para aceitável e 5% para inaceitável (Figura 25).

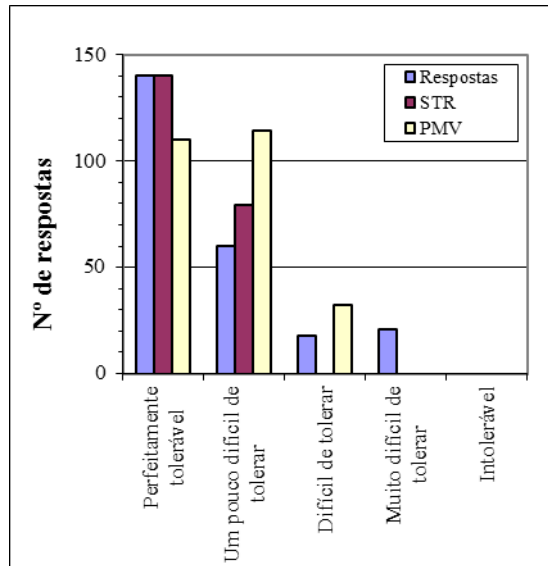
Figura 25 – Distribuição de respostas *versus* aceitabilidade



#### 4.5 Tolerância

A Figura 26 traz a distribuição de respostas em relação a tolerância da temperatura e os resultados e as análises mostram que 50% dos idosos consideraram a temperatura entre 18-26,1°C “perfeitamente tolerável”.

Figura 26 – Distribuição de respostas *versus* tolerância



Na verificação se o PMV de Fanger é indicado para a obtenção dos índices térmicos para ambientes termicamente confortáveis para pessoas com idade superior a 60 anos apresentou resultados contraditórios e instáveis em 25,63% dos dados considerados inviáveis e/ou espúrios. Particularmente em contextos de estudo de campo para idosos a pesquisa sugeriu que o PMV de Fanger, nem sempre é um bom modelo de sensação térmica real. Discrepâncias entre sensações térmicas reais e previstas refletiram as dificuldades inerentes à obtenção de índices precisos de isolamento de vestuário e nível de atividade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado da pesquisa foi o reflexo do comportamento térmico da pessoa idosa. O corpo envelhece, o comportamento modifica, os movimentos se tornam morosos, a paciência estreita e a capacidade de manter-se termicamente estável torna-se complexa.

Com base nas evidências disponíveis não foi encontrada nenhuma razão que sugerisse que as previsões dos índices preliminares do PMV de Fanger seriam tendenciosas desde que as condições de aplicabilidade fossem cumpridas. Especificamente, para os indivíduos vestindo roupa comum, realizando atividades sedentárias ou estando próximo ao conforto térmico, o PMV de Fanger pode razoavelmente ser aplicado sem se preocupar com grave distorção, porém em situações de leve desconforto ou de desconforto tanto para quente, quanto para frio, os índices do PMV reduz consideravelmente a precisão.

Os resultados obtidos demonstraram que as sensações térmicas reais (STR) relatadas pelos idosos (sensações subjetivas) são estatisticamente similares às calculadas pela equação do PMV (sensações analíticas), eles percebem ou são capazes de detectar três faixas desse índice: -1, 0 e 1.

### 5.1 Sugestão para trabalhos futuros

Esta pesquisa procurou o enfoque em aspectos relativos à situação da percepção térmica de idosos em ambientes internos condicionados ou não, que sejam realizadas atividades sedentária. Procurou por meio dos índices confrontarem as sensações térmicas reais (STR) levantadas em campo com as sensações térmicas analíticas (PMV). Sugere-se o aprofundamento em trabalhos futuros dos seguintes temas de pesquisa:

1. Realizar esta metodologia de avaliação com outras faixas etárias e confrontá-las com o resultado apresentado nesta pesquisa.
2. Realizar esta metodologia de avaliação com a mesma faixa etária, no mesmo período de verão e primavera e em ambientes externos.
3. Novas medições de variáveis ambientais, subjetivas e pessoais durante o período de inverno e outono, a fim de apoiar esta conclusão.

## 6 REFERÊNCIAS

AAPIBR. ASSOCIAÇÃO DOS APOSENTADOS, PENSIONISTAS DE BAURU E REGIÃO. Disponível em: <<http://AAPIBR.org.br>>. Acesso em: 3 ago. 2015.

AZULAY, R.D. **Dermatologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 3 ed., 2004.

ASHRAE. AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **Environmental Health Committee (EHC) Minutes** (ISO 7730:2006; 2011). Atlanta: Winter Meeting, 2011. 70 p.

BATIZ, E. C.; et al. **Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória**. Produção, v. 19, n. 3, p. 477-488, 2009.

BEIZAE, A. et al. **Assessing the ability of PMV model in predicting thermal sensation in naturally ventilated buildings in UK**. London: Network for comfort and energy use in buildings, p. 1-17, 2012.

BRASIL. Lei nº 10741, de 1 de outubro de 2003. Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília (DF), 1 out. 2003.

CEPAL. COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. **Envejecimiento, solidaridad y protección social: la hora de avanzar hacia la igualdad**. San José: Cepal, 2012.

CHARLES, K. E. Fanger's Thermal Comfort and Draught Models. **Irc, National Research Council Canada**, Canadá, v. 162, n. 2, p. 1-30, out. 2003. Disponível em: <<http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ircpubs>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

COLLINS, K. J.; EXTON-SMITH, A. N.; DORÉ, C. Urban Hypothermia: preferred temperature and thermal perception in old age. **British Medical Journal**. Inglaterra, v. 282, p.175-177, 1981.

COSTA, C. R. M.; SPERANCINI, M. A. C. Atividade física e o processo de envelhecimento da pele. **Revista Mineira de Educação Física**, Viçosa, v. 9, n. 2, p.73-88, 2001.

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

ENOMOTO-KOSHIMIZU, H. et al. Effect of the radiant heating on the elderly. In: TRIENNIAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION, 13, Tampere, Finland, 1997. **Proceedings...** Tampere, Finland, 1997, v. 5, p. 433-435.

FABBRI, K. Thermal comfort evaluation in kindergarten: PMV and PPD measurement through datalogger and questionnaire. **Building and Environment**. Bologna, p. 202-214. 29 abr. 2013.

FANGER, P. O. **Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering**. Copenhagen: Darlish Technical Press, 1970.

GRANDI, M.S. **Avaliação da percepção da sensação térmica em uma sala de controle**. 2006. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

HACKENBERG, A. M.; PEREIRA, J. T. V.; LIMA FILHO, E. C. A influência das variáveis ambientais e pessoais nas sensações térmicas dos trabalhadores fabris e as recomendações da bioclimatologia. In: ENCAC/ELACAC 2001. VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto do Ambiente Construído. **Anais...** São Paulo, ANTAC, 2001. p. 1 - 8 (CD-ROM).

HAYFLICK, L. **Como e por que envelhecemos**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

HESCHONG, L. **Thermal delight in architecture**. Cambridge: MIT Press, 1979.

HUMPHREYS, M. A. et al. **Thermal comfort temperatures and the habits of hobbits**. Standards for Thermal Comfort. London: E & F N Spon: 3-14, 1995.

HUMPHREYS, M. A., NICOL, J. F. Understanding the adaptive Approach to Thermal Comfort. **ISO 7730:2006; 2011 Transactions: Symposia**. SF, v.7, n. 1, p. 991-1004, 1998.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Projeções 2013 – população e tábuas de mortalidade. 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao>>. Acesso em: 29 jun. 2014.

\_\_\_\_\_. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Projeções 2015 – população e tábuas de mortalidade. 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatisticapopulacao>>. Acesso em: 22 nov. 2015.



INSTRUMENT CATALOG. Disponível em: <<http://www.instrumentcatalog.com.au/brands/k-1/lutron/lutron-products/lutron-am-4220>>. Acesso 21 mar de 2015

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7730: 1994: Moderate Thermal Environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. 1994.

\_\_\_\_\_. ISO 7730: 2005: Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. 2005.

\_\_\_\_\_. ISO 7726: Thermal Environment - Instruments and method for measuring physical quantities. 1998.

\_\_\_\_\_. ISO/DIS. 13731: Ergonomics of the Thermal Environment – Vocabulary and Symbols. 1997.

\_\_\_\_\_. ISO **8996**: Ergonomics - Determination of Metabolic Heat Production. 1990.

\_\_\_\_\_. ISO **9920**: Ergonomics of the thermal environment – Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. 2007.

\_\_\_\_\_. ISO 10551: Ergonomics of the thermal environment. 1995.

KREITH, F; MANGLIK, R.M; BOHN, M.S.; **Principles of heat Transfer**. 7. ed. Stamford: Cengage Learning, 2011.

KRÜGER, E. L. et al. **Estudo de conforto em espaços abertos em região de clima temperado**: o caso de Glaslow. Reino Unido. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2012.

LAMBERTS, R. et al. **Conforto e stress térmico**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. P. Conforto térmico em ambientes internos. Florianópolis: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. 2003. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/Resumo.asp?1250>>. Acesso em: 07 nov. 2014.

LEVIN, J. **Estatística Aplicada a Ciências Humanas**. 2. ed. São Paulo: Harbra, 1987.

LEVINE, D. M.; BERENSON, M. L.; STEPHAN, D. **Estatística: teoria e aplicações usando Microsoft Excel em português**. Rio de Janeiro: Ltc, 2000.

MORAGAS, R. M. **Gerontologia Social: envelhecimento e qualidade de vida**. 3. ed. São Paulo: Paulinas, 2010.

NICOL, F. et al. **Adaptive Thermal Comfort: principles and practice**. New York: Routledge. 2012.

NOVIETO, D.T.; ZHANG, Y. Thermal Comfort Implications of the Aging Effect on Metabolism, Cardiac Output and Body Weight. 2010. Proceedings of Conference: Adapting to Change: New Thinking on Comfort. Disponível em: <<http://nceub.org.uk>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

NOVIETO, D.T.; ZHANG, Y. Towards thermal comfort prediction for the older population: a review of aging effect on the human body. 2010. Proceedings of Conference: IESD PhD Conference: Energy and Sustainable Development. Disponível em: <<http://www.iesd.dmu.ac>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

NOVIETO, D. T. **Aging and Thermal Comfort Modelling**. Reino Unido: Institute Of Energy And Sustainable Development. 2009.

OLESEN, B. W. **Technical Review: Thermal Comfort**. 2. ed. Denmark: Bruel & Kjaer, 1982.

\_\_\_\_\_. Thermal Comfort Requirement for Floors Occupied by People with Bare Feet. 1977. Vol. 83 Part 2. Disponível em: <ISO 7730:2006; 2011 Trans>. Acesso em: 27 jun. 2014.

\_\_\_\_\_. Standards for design and evaluation of the indoor thermal environment. 1993. Disponível em: <ISO 7730:2006; 2011 Journal>. Acesso em: 27 jun. 2014.

PAPALÉO, N. P. **Gerontologia**. São Paulo: Atheneu, 1999.

RAVUSSIN, E.; BOGARDUS, C. Relationship of Genetics, Age, and Physical Fitness to Daily Energy Expenditure and Fuel Utilization. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 49, n. 5, P.968-975, 1989.

RESENDE, D. de M.; BACHION, M.M.; ARAÚJO, L.A. de O. **Integridade da pele prejudicada em idosos: estudo de ocorrência numa comunidade atendida pelo Programa Saúde da Família**. Goiânia: Acta Paul Enferm, 2006.

RIBEIRO, L. C. C.; ALVES, P. B.; MEIRA, P. **Percepção dos Idosos sobre as alterações fisiológicas do envelhecimento**. Vale do Jequitinhonha e Mucuri: Cienc Cuid Saude, 2009.

RUAS, A.C. **Avaliação de Conforto Térmico - Contribuição à aplicação prática das normas internacionais**. 2001. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SAMPAIO, S. A. P. **Dermatologia básica**. São Paulo: Artes Médicas, 2001.

SCHELLEN, L. et al. Differences between young adults and elderly in thermal comfort, productivity, and thermal physiology in response to a moderate temperature drift and a steady-state condition. **International Journal of Indoor Environment and Health**. p. 273-283. abr. 2010.

SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO (São Paulo). **SESC**. 2015. Disponível em: <<http://www.sescsp.org.br>>. Acesso em: 3 ago. 2015.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA (São Paulo). **SESI**. 2015. Disponível em: <<http://www.sesisp.org.br>>. Acesso em: 3 ago. 2015.

SIMÕES, R. **Corporeidade e Terceira Idade**. 3. ed. Piracicaba: Unimep, 1998.

SIMÕES, H.; TALAIA, M. Índices PMV e PPD na definição da performance de um ambiente. 2009. V Encontro Nacional de Riscos e I Congresso Internacional de Riscos. Coimbra, Portugal: Depto de Física Universidade de Aveiro. **Anais...** Coimbra, 2009.

TSUZUKI, T; OHFUKU, K. **Thermal Sensation and Thermoregulation in Elderly compared to young people in Japanese winter season**. National Institute Of Advanced Industrial Science And Technology: Indoor Air 2002, Tsukuba, Japan, p.659-664, 2002.

TAYLOR, N. A. S.; ALLSOPP, N. K.; PARKES, D. G. Preferred Room Temperature of Young vs Aged Males: the influence of thermal sensation, thermal comfort, and affect. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 50A, n. 4, p. 216-221, 1995.

UCHIDA, Y.; TAMURA, T.; IWASAKI, F. Changes in cold/warm thresholds with advancing age - the case of adult women aged from the 20s to the 80s-. **Sen'i Gakkaishi**, v. 5, n. 5, p. 132-138, 2009.

VAN HOOF, J.; HENSEN, J. L. M. **Thermal Comfort and Older Adults**. Netherlands: Gerontechnology, P.1-13, 2006.

VECTUS. Disponível em: <<http://www.vectus.com.br/termometro-globo/termometro-globo-tgd100.html>>. Acesso 15 nov. 2015.

VERGARA, L.G.L. **Análise das condições de conforto térmico de trabalhadores da unidade de terapia intensiva do Hospital Universitário de Florianópolis**. 2001. 222 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

WEINECK, J. **Biologia do esporte**. Barueri: Manole, 2005.

XAVIER, A.A. de P. **Predição de Conforto Térmico em ambientes internos com atividades sedentárias - Teoria Física aliada a estudo de campo**. 267 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2000.

## APÊNDICE

## APÊNDICE 1 – MODELO DO QUESTIONÁRIO APLICADO NA PESQUISA.



**Faculdade de Arquitetura, Artes e  
Comunicação**  
**Programa de Pós-Graduação em  
Arquitetura e Urbanismo**

**Pesquisa – Percepção Térmica dos Idosos**  
**Pesquisadora – Arq. Fabiana Padilha  
Montanheiro**  
**Orientador – Prof. Dr. João R. Gomes de  
Faria**  
**Tel. (14) 3103-6059 - Ramal 7240**

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/ 2015 Horário: \_\_\_\_:\_\_\_\_ Nº. do questionário: \_\_\_\_\_

Local:  SESC  SESI

Dados do respondente:

Idade: \_\_\_\_ anos Altura: \_\_\_\_ cm Peso: \_\_\_\_ Kg Sexo:  Fem.  Masc.

Atividade: \_\_\_\_\_

1. Marque a composição de vestimentas que está utilizando:

(Tabela C.1 da ISO 7730/2005 - Isolamento térmico para trajes típicos de uso diário)

- Calcinha, camiseta, bermuda, meias finas e sandália;
- Cueca, camisa com mangas curtas, calça leve, meias finas e sapatos;
- Calcinha, anágua, meias, vestido e sapatos;
- Roupa de baixo, camisa, calça, meias e sapatos;
- Calcinha, camisa, calça, jaqueta, meias e sapatos;
- Calcinha, meias, blusa, saia longa, jaqueta e sapatos;
- Roupa de baixo com manga comprida e pernas, camisa, calça, suéter de decote V, jaqueta, meias e sapatos;
- Roupa de baixo com manga comprida e pernas, camisa, calça, colete, jaqueta, casaco, meias e sapatos.

2. Como você se sente em relação à temperatura neste momento?

- Muito frio    Frio    Pouco frio    Nem frio nem quente    Pouco quente    Quente    Muito quente

3. Você considera sua sensação térmica nesse ambiente nesse momento...

- Confortável    Levemente desconfortável    Desconfortável    Muito desconfortável

4. Por favor, indique como você preferiria que estivesse agora:

- Muito mais frio    Mais frio    Pouco mais frio    Como está    Pouco mais quente    Mais quente    Muito mais quente

5. Com base nas minhas preferências, a temperatura aqui neste momento é...

- Aceitável    Inaceitável

6. Essa temperatura é...

- Perfeitamente tolerável    Um pouco difícil de tolerar  
 Difícil de tolerar    Muito difícil de tolerar    Intolerável