



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**

# **O Conforto Térmico nos Espaços de Transição e sua Influência como Elemento Apaziguador do Microclima Local**

**Danielle Skubs**

**Campinas**

**2009**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E**  
**URBANISMO**

**Danielle Skubs**

**O Conforto Térmico nos Espaços de Transição e sua**  
**Influência como Elemento Apaziguador do Microclima Local**

*Dissertação apresentada à Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na Área de Concentração de Arquitetura e Construção.*

**Orientador: Profa. Dra. Lucila Chebel Labaki**

**Campinas**

2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E**  
**URBANISMO**

**Danielle Skubs**

**O Conforto Térmico nos Espaços de Transição e sua**  
**Influência como Elemento Apaziguador do Microclima Local**

*Dissertação apresentada à Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na Área de Concentração de Arquitetura e Construção.*

**Orientador: Profa. Dra. Lucila Chebel Labaki**

**Campinas**

**2009**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

Sk71c	<p>Skubs, Danielle</p> <p>O conforto térmico nos espaços de transição e sua influência como elemento apaziguador do microclima local / Danielle Skubs. --Campinas, SP: [s.n.], 2009.</p> <p>Orientador: Lucila Chebel Labaki.</p> <p>Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.</p> <p>1. Conforto térmico. 2. Ambiente escolar. 3. Clima. 4. Climatologia urbana. I. Labaki, Lucila Chebel. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.</p>
-------	--

Título em Inglês: The thermal comfort in transitional spaces and its influence as an appeaser of the local microclimate

Palavras-chave em Inglês: Thermal comfort, School environment, Climate, Urban climatology

Área de concentração: Arquitetura e Construção

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Rosana Maria Caram, Anésia Barros Frota

Data da defesa: 13/07/2009

Programa de Pós Graduação: Engenharia Civil



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E  
URBANISMO**

**O CONFORTO TÉRMICO NOS ESPAÇOS DE  
TRANSIÇÃO E SUA INFLUÊNCIA COMO ELEMENTO  
APAZIGUADOR DO MICROCLIMA LOCAL**

**Danielle Skubs**

**Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora,  
constituída por:**



Profa. Dra. Lucila Chebel Labaki  
**Presidente e Orientador(a) / FEC/UNICAMP**



Profa. Dra. Anésia Barros Frota  
**FAU/USP**



Profa. Dra. Rosana Maria Caram  
**FEC/UNICAMP**

Campinas, 13 de julho de 2009

### **Dedicatória**

Dedico este trabalho de pesquisa aos meus pais Sergio e Denise, que sempre fizeram da educação dos filhos sua prioridade e me ensinaram que a honestidade e o amor são a base da vida e o conhecimento a base da sabedoria.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço ao meu pai que me incentivou a continuar os estudos e buscar o título de mestre.

À minha mãe que sempre me apoiou em todos os momentos da vida e sempre alimentou minha determinação e compreendeu meu perfeccionismo.

À minha orientadora Lucila Chebel Labaki por ter acreditado e confiado no meu potencial, além de todo o suporte e orientação.

Aos componentes das bancas de qualificação e defesa pelo interesse e auxílio no aprimoramento do meu trabalho.

À FAPESP pelo financiamento deste projeto de pesquisa.

“Só sabemos com exatidão quando sabemos  
pouco, à medida que vamos adquirindo  
conhecimentos, instala-se a dúvida”

**Johann Wolfgang Von Goethe**

Skubs, Danielle. **O conforto térmico nos espaços de transição e sua influência como elemento apaziguador do microclima local.** Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

## RESUMO

As áreas de transição têm especificidades por suas características construtivas e por serem espaços influenciados tanto pelo clima externo como pela edificação a que pertencem. Ainda são escassos os estudos sobre este tema no Brasil. Aceita-se que em regiões quentes estes ambientes podem minimizar o choque térmico dos usuários na passagem interior ao exterior, compor ambientes de microclima local agradável, tornando os espaços mais confortáveis e receptivos. O objetivo deste trabalho é avaliar a importância da área de transição como elemento apaziguador do microclima local e a percepção dos usuários para este fato, adotando como objeto de estudo duas instituições de ensino, de Piracicaba e Santa Bárbara D'Oeste, SP. A metodologia adotada baseou-se na aplicação de questionários, realização de medições dos parâmetros ambientais e registro, através de croquis e anotações, da implantação e características construtivas dos ambientes analisados. As medições forneceram dados para a análise do comportamento térmico das áreas de transição e salas de aula e os questionários foram utilizados para avaliar as sensações, preferências térmicas e impressões dos usuários em relação a estas, através do cálculo do Voto Médio Estimado (VME). Os resultados da pesquisa mostraram que a escolha dos materiais e a configuração do espaço de transição são fundamentais para o conforto térmico e indicaram que os usuários percebem a importância da área de transição como elemento apaziguador do choque térmico causado pela diferença de temperaturas entre área interna e externa. A relevância deste trabalho está em mostrar que estas áreas podem ser ambientes confortáveis e espaços agradáveis, que contribuem para o conforto térmico dos ambientes e proporcionam maior qualidade de vida aos usuários, mostrando ainda potencial auxílio de economia de energia.

**Palavras-chave:** Conforto Térmico, Ambiente Escolar, Clima, Climatologia Urbana.

Skubs, Danielle. **O conforto térmico nos espaços de transição e sua influência como elemento apaziguador do microclima local.** Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

## ABSTRACT

Transitional areas have specificities due to their constructive characteristics and to the way in which these spaces are influenced by the outdoor climate and the building which they belong to. There are few studies on this issue in Brazil. It's accepted that in hot environments regions, these areas can minimize the users' thermal impact in the transition indoor - outdoor and can provide pleasant local microclimate environments, creating more comfortable and receptive spaces. The goal of this study is to evaluate the importance of the transitional areas as an appeaser of local microclimate as well as the users' perception to this fact, adopting by study object two educational institutions of Piracicaba and Santa Bárbara D'Oeste, SP - Brazil. The methodology is based in the use of questionnaires, measurements of environmental parameters and the record of implantation and constructive characteristics of the analyzed environments, through sketches and notes. The measurements provided data for analysis of the transitional areas and classrooms' thermal behavior and the questionnaires were used to evaluate the users' thermal sensations, preferences and perceptions, through the Predicted Mean Vote (PMV) calculation. The results of this research have shown that the choice of materials and the configuration of the transition area are fundamental to thermal comfort and also indicated that users understand the importance of this space as an appeaser of thermal impact caused by the temperatures difference between indoor and outdoor environments. The relevance of this research consists in showing that these areas may be comfortable spaces and nice environments, also contributing to environment's thermal comfort and providing better quality of life to their users, showing also potential support for energy saving.

**Keywords:** Thermal Comfort, School Environment, Climate, Urban Climatology.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. HIPÓTESE DO TRABALHO.....	03
3. OBJETIVOS.....	03
3.1. Objetivo Geral.....	03
3.2. Objetivos Específicos.....	03
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	05
4.1. O Equilíbrio do Corpo Humano.....	05
4.1.1. A Termoregulação.....	05
4.1.2. O Balanço Térmico.....	07
4.2. O Método do Voto Médio Estimado .....	08
4.3. A Temperatura Operativa como Indicador do Ambiente Térmico.....	13
4.4. As Áreas de Transição.....	14
4.5. Ambientes internos → áreas de transição → ambientes externos.....	19
4.6. Pesquisas nas Áreas de Transição e Índices de Conforto.....	22
5. METODOLOGIA.....	25
5.1. Delimitação do Campo de Pesquisa.....	25
5.2. Caracterização do clima .....	26
5.2.1. Piracicaba – SP.....	26
5.2.2. Santa Bárbara D’oeste – SP.....	27
5.3. Caracterização dos ambientes de pesquisa .....	28
5.3.1. UNIMEP – Campus Santa Bárbara D’oeste .....	28
5.3.1.1. Ateliê 1.....	29
5.3.1.2. Ateliê 2.....	31
5.3.1.3. Área de Transição – Corredor.....	33
5.3.1.4. Área de Transição Externa.....	34
5.3.2. ESALQ – Edifício da Hidráulica.....	36
5.3.2.1. Sala de aula 1.....	37
5.3.2.2. Sala de aula 2.....	39
5.3.2.3. Área de Transição.....	41
5.3.3. ESALQ – Edifício da Zootecnia.....	42
5.3.3.1. Sala 1.....	43
5.3.3.2. Sala 2.....	45
5.3.3.3. Área de Transição.....	46
5.4. Equipamentos e Instrumentos de Medição.....	48
5.4.1. Equipamentos de Obtenção das Variáveis Ambientais .....	48

5.4.2. Instrumento de Obtenção das Variáveis Pessoais – Questionários.....	50
5.5. Métodos de Coleta dos Dados.....	51
5.6. Métodos de Análise dos Dados.....	55
6. RESULTADOS.....	57
6.1. Análise dos Dados Antropométricos e Individuais.....	58
6.1.1. Medições de Março de 2008.....	58
6.1.2. Medições de Junho de 2008.....	60
6.2. Análise das Variáveis Ambientais e Questionários.....	61
6.2.1. UNIMEP - Medições de Março de 2008.....	61
6.2.2. UNIMEP - Medições de Junho de 2008.....	69
6.2.3. ESALQ – Edifício da Hidráulica - Medições de Março de 2008.....	74
6.2.4. ESALQ – Edifício da Hidráulica - Medições de Junho de 2008.....	82
6.2.5. ESALQ – Edifício da Zootecnia - Medições de Março de 2008.....	86
6.2.6. ESALQ – Edifício da Zootecnia - Medições de Junho de 2008.....	93
7. CONSIDERAÇÕES.....	99
8. CONCLUSÕES.....	103
9. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	105
10. REFERÊNCIAS.....	107
ANEXO A - Questionários.....	111
ANEXO B – Lista de Símbolos.....	115



## 1. INTRODUÇÃO

Os estudos do conforto térmico no Brasil têm se desenvolvido muito desde a década de 80, sendo tradicionalmente direcionados aos ambientes internos das edificações. Os ambientes externos no meio urbano tem sido também objeto de estudos, tanto no Brasil quanto no exterior (BUENO et al., 2000, GIVONI; NOGUCHI, 2000, RAJA; VIRK, 2001), apesar da complexidade desta tarefa uma vez que estes ambientes são influenciados por muitos fatores como o clima, ventos e radiação solar, variáveis de difícil controle (CHUN; KWOK; TAMURA, 2004). Por outro lado, as áreas de transição têm especificidades pela diversidade em suas características construtivas e por sofrerem influência do clima tanto das áreas internas quanto externas, apresentando assim grande variedade em suas condições físicas.

As áreas de transição são espaços arquitetônicos “intermediários” que medeiam a diferença climática entre os espaços externos e internos, onde os usuários experimentam efeitos dinâmicos dessa mudança (CHUN; KWOK; TAMURA, 2004).

Existem ainda poucos estudos sobre esses ambientes em nosso país. Pesquisas recentes (POTVIN, 2000, SINOUE; STEEMERS, 2004; CHUN; KWOK; TAMURA, 2004), revelam algumas informações sobre os espaços de transição e daí o interesse em estudá-los através da avaliação do conforto térmico, no clima tropical do Brasil.

As áreas de transição podem ser muito úteis quando construídas de acordo com o clima de sua região. Segundo Pitts e Saleh (2007), no caso de países de clima tropical, podem ajudar a aliviar o choque térmico dos usuários na passagem do ambiente interno para o externo, ou vice-versa. Por mais sutil que essa sensação de alívio possa ser, esta auxilia na redução da perda de energia do corpo humano, favorecendo uma melhor receptividade do usuário a estes ambientes sociais, tornando assim os ambientes mais convidativos.

O espaço de transição pode ainda causar diminuição da temperatura interna, funcionando com uma barreira contra a radiação solar direta (SKUBS; KOWALTOWSKI, 2003). Estes espaços, se construídos de acordo com as necessidades do clima local e projetados de forma adequada, merecem um reconhecimento especial por seu potencial auxílio na economia de energia no edifício.

## **2. HIPÓTESE DO TRABALHO**

Áreas de transição, quando projetadas de forma consciente e com o uso dos materiais adequados, podem caracterizar ambientes confortáveis e convidativos e podem ainda funcionar como elemento apaziguador da sensação de desconforto térmico dos usuários na passagem interior → exterior, causada pelas diferenças entre as temperaturas dos ambientes internos e externos.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1. Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a importância da área de transição como elemento apaziguador do microclima local e a percepção dos usuários para este fato.

### **3.2. Objetivos Específicos**

- Avaliar o comportamento térmico das salas de aula e áreas de transição, em situações reais do dia a dia dos ambientes analisados;
- Verificar as sensações térmicas e percepções dos usuários quanto às diferenças térmicas entre os ambientes internos e externos;
- Analisar, pelas características e comportamento térmico das áreas de transição, se estes ambientes são confortáveis e convidativos para os usuários.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1. O Equilíbrio do Corpo Humano**

O homem é um ser homeotermo, ou seja, é necessário que as condições corporais normais de seu organismo se mantenham constantes para que haja vida saudável.

#### **4.1.1. A Termorregulação**

O sistema que regula a temperatura do corpo mantendo-a em equilíbrio em torno dos 37,0°C é chamado sistema termorregulador, que é comandado por uma região do cérebro, o hipotálamo, e seu aquecimento ou resfriamento desencadeiam respostas que definem a perda ou ganho de calor pelo corpo, em busca da homeostase.

As atividades metabólicas resultam quase totalmente em calor que deve ser constantemente dissipado para manter a temperatura corporal adequada. Perdas ou ganhos excessivos podem causar hipertermia ou hipotermia, causando danos graves à saúde (ASHRAE, 2001).

O corpo possui ainda receptores periféricos que contribuem para a termorregulação, alguns localizados na pele e músculos que, quando são estimulados pelo calor ou frio, mandam impulsos nervosos para o hipotálamo que aciona mecanismos de compensação como a vasoconstrição ou a vasodilatação cutâneas e a sudação, em busca do equilíbrio da temperatura interna corpórea.

O sangue é um importante condutor de calor. Ao entrarmos em um ambiente quente, por exemplo, ocorre a dilatação dos vasos periféricos, aumentando a temperatura superficial da pele e favorecendo trocas de calor com o meio por convecção e radiação. A sudorese é outro mecanismo de reação do organismo, onde ocorrem trocas de calor com o meio.

Da mesma forma, quando entramos em um ambiente frio o corpo reage à diferença de temperatura pela vasoconstrição, restringindo a passagem de sangue na superfície da pele em função da maior circulação no cérebro e demais órgãos vitais, o que provoca um decréscimo da temperatura superficial da pele diminuindo as trocas de calor com o meio. Em situações mais críticas é provocado o tremor muscular e arrepio, aumentando o metabolismo nos músculos produzindo calor interno para aquecer o corpo.

A temperatura do cérebro, coração e órgãos abdominais, normalmente se mantém em 37,0°C. Já a temperatura dos músculos, membros e principalmente da pele sofre oscilações maiores ao longo do dia. As variações na temperatura da pele é que determinam as modificações na troca de calor por convecção e radiação entre o corpo e o meio.

Segundo Hardy et al. (1952 apud ASHRAE, 2001, p. 8.1), temperaturas superficiais da pele maiores que 48°C ou menores que 18°C podem vir a causar dor. Segundo Fanger (1967), em situações de conforto e atividade sedentária a temperatura da pele se mantém em torno de 33°C ou 34°C e diminui conforme o aumento da taxa de atividade metabólica, diferente da temperatura de núcleo que aumenta com as atividades.

Um adulto produz em média 100W de calor, sendo que a maior parte é transferido para o meio através da pele, assim, comumente define-se a taxa de atividade metabólica como calor produzido por unidade de área de pele. Considerando uma média de 1,8 m<sup>2</sup> de área superficial de pele, tem-se aproximadamente 58W/m<sup>2</sup>, equivalente à 1 met, unidade de taxa de metabolismo.

Segundo Fanger (1970), para cada faixa de taxa de metabolismo existe um valor de temperatura média da pele e uma quantidade de calor perdida por evaporação de suor que correspondem à sensação de conforto térmico. Esta afirmação é essencial para a avaliação do Voto Médio Estimado, um critério de avaliação criado pelo autor que

relaciona as variáveis que influenciam no conforto térmico com uma escala de sensação térmica, apresentado no item 4.2.1.

#### 4.1.2. O Balanço Térmico

A expressão matemática do balanço térmico do corpo humano representa uma solução combinada, racional/empírica, para descrever as trocas térmicas com o ambiente.

A figura 1, apresenta a interação térmica do corpo humano com o meio:

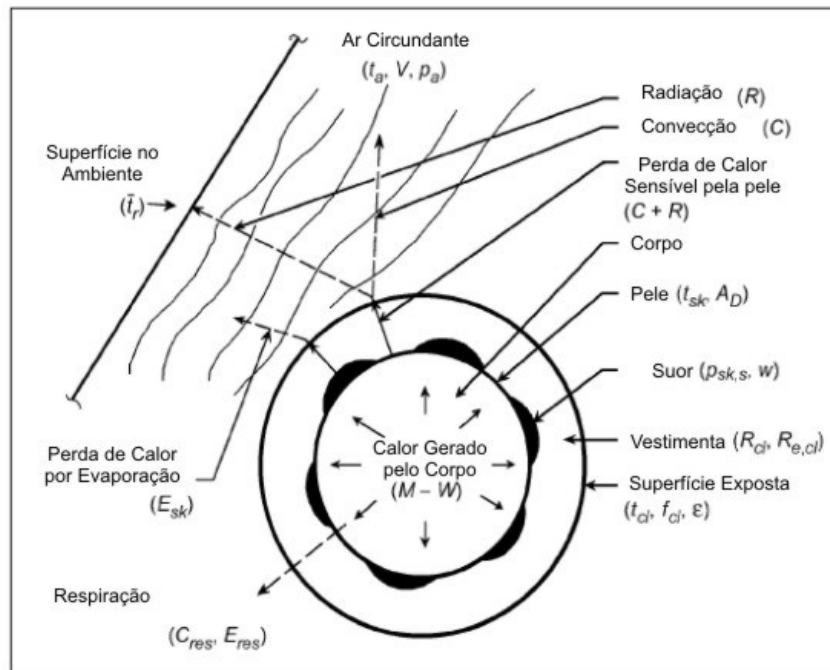


Figura 1: Interação térmica do Corpo Humano com o Meio. Fonte: ASHRAE, 2001, traduzido.

O equilíbrio térmico do corpo é muito importante para a manutenção da vida. A quantidade de energia produzida pelo corpo deve ser igualada a quantidade dissipada para o meio, em forma de calor, através da pele e da respiração. A expressão 1 apresenta a equação de balanço térmico (ASHRAE, 2001).

$$M - W = q_{sk} + q_{res} + S = (C + R + E_{sk}) + (C_{res} + E_{res}) + (S_{sk} + S_{cr}) \quad (1)$$

Quando a taxa de calor armazenada no corpo ( $S$ ) for igual a zero é porque o corpo se encontra em equilíbrio. Um valor positivo de  $S$  significa o aquecimento do corpo e o contrário, o resfriamento.

A taxa metabólica ( $M$ ) máxima, segundo a ASHRAE (2001), alcançada por um homem adulto saudável, ao redor dos 20 anos, é de 12 met, sendo que um atleta treinado pode chegar à uma taxa de 20 met. O máximo de força que uma pessoa consegue realizar para um período de tempo qualquer é de 50% da capacidade máxima do uso de oxigênio (capacidade máxima energética).

Geralmente a quantidade de calor produzida é considerada igual a taxa de metabolismo ( $M$ ), já que a taxa de trabalho mecânico realizado pelo corpo ( $W$ ) normalmente é considerada nula, pois os valores da taxa de trabalho mecânico normalmente são muito pequenos em relação às taxas metabólicas das atividades mais rotineiras.

#### **4.2. O Método do Voto Médio Estimado ou Predicted Mean Vote**

No final da década de 60, Fanger (1967) baseado nos estudos de Nevins et al. (1966), realizou uma pesquisa na Universidade da Dinamarca com o objetivo de estudar a influência da nacionalidade e idade nos parâmetros de conforto. Participaram da pesquisa 256 pessoas de ambos os sexos, sendo 128 com idade média de 23 anos e 128 com idade média de 68 anos. Os resultados não apresentaram diferenças significantes no nível de conforto entre jovens e idosos ou homens e mulheres.

Utilizando o procedimento experimental descrito em McNall et al. (1967), Fanger realizou testes que em conjunto com os resultados de experiências anteriores (NEVINS et al., 1966; MCNALL et al., 1967), permitiram relacionar, para a condição de conforto térmico, a atividade física, representada pelo calor produzido internamente pelo corpo humano, com a temperatura média da pele e com a quantidade de calor perdido pelo

processo de sudorese, surgindo daí uma equação chamada de Equação de Conforto. Esta foi uma conquista muito importante da pesquisa para o estudo do conforto térmico.

No trabalho de Fanger (1970) foi apresentada a equação de conforto que foi embasada na expressão de balanço térmico. O autor levou em consideração que para o conforto térmico ocorrer o corpo deve estar em equilíbrio.

A expressão de equilíbrio térmico considera que o corpo humano é um compartimento homogêneo, ou seja, está em regime permanente. Por meio do detalhamento de cada termo da equação do balanço térmico e inclusão das expressões que relaciona os princípios considerados por Fanger (1970), obtém-se a equação de conforto (equação 2).

$$\begin{aligned}
 & \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - 0,35 \left[ 43 - 0,061 \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - p_a \right] - 0,42 \left[ \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - 50 \right] - \\
 & - 0,0023 \frac{M}{A_{Du}}(44 - p_a) - 0,0014 \frac{M}{A_{Du}}(34 - t_a) = \frac{35,7 - 0,032 \times \frac{M}{A_{Du}} \times (1-\eta) - t_{cl}}{0,18 \times I_{cl}} = \\
 & = 3,4 \times 10^{-8} f_{cl} \left[ (t_{cl} + 273)^4 - (t_{mrt} + 273)^4 \right] + f_{cl} \times h_c \times (t_{cl} - t_a) \quad (2)
 \end{aligned}$$

Através desta equação, foi possível, para uma determinada combinação das variáveis pessoais (tipo de atividade física e vestimenta), calcular todas as combinações das variáveis ambientais (temperatura radiante média, umidade relativa, velocidade relativa e temperatura do ar) que traziam o conforto térmico para 95% das pessoas estudadas.

Pela complexidade da equação, Fanger (1967) desenvolveu diagramas de conforto, como o da figura 2, que representam as combinações das variáveis que resultam em conforto térmico.



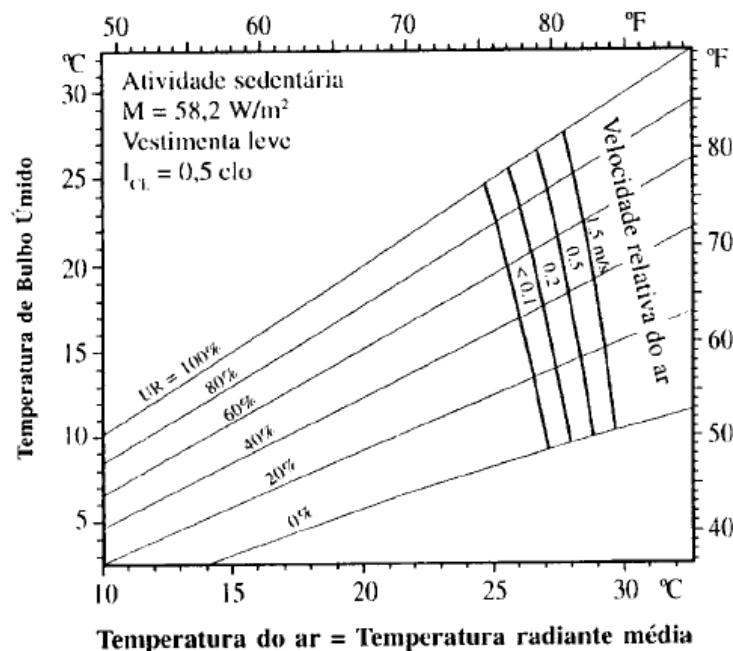


Figura 2 – Diagrama de Conforto para  $M = 58,2 \text{ W/m}^2$  e  $I_{cl}=0,5 \text{ clo}$ . Fonte: RUAS (2002).

Para que fosse possível avaliar o grau de desconforto experimentado pelas pessoas em ambiente que tivessem condições diferentes do estudado, FANGER (1970) definiu um critério de avaliação que relaciona as variáveis que influenciam no conforto térmico com uma escala de sensação térmica. Esse critério ele chamou de Predicted Mean Vote – PMV (Voto Médio Estimado – VME). A escala de sensação térmica definida por FANGER vai de -3 à 3, como mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Escalas de sensação térmica.

-3	Muito Frio
-2	Frio
-1	Leve sensação de frio
0	Neutralidade térmica
1	Leve sensação de calor
2	Calor
3	Muito calor

Para uma determinada atividade Fanger (1970) relacionou a sensação de desconforto ao grau de atuação do sistema termorregulador, através de um índice que

considerava o distanciamento das condições de conforto. Este índice, apresentado na equação 3, denominado de Índice de Carga Térmica (ICT), quando igual a 0 significa uma situação de neutralidade térmica, e a medida que aumenta em valor absoluto se distancia dessa condição.

$$\begin{aligned}
 ICT = & \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - 0.35 \left[ 43 - 0.061 \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - p_a \right] - 0.42 \left[ \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - 50 \right] - \\
 & 0.0023 \frac{M}{A_{Du}}(44 - p_a) - 0.0014 \frac{M}{A_{Du}}(34 - t_a) - 3.4 \times 10^{-8} f_{cl} \left[ (t_{cl} + 273)^4 - (t_{mrt} + 273)^4 \right] - \\
 & f_{cl} \times h_c (t_{cl} - t_a)
 \end{aligned} \quad (3)$$

FANGER (1970) utilizando os resultados de experiências com pessoas expostas, de forma controlada, à diversas combinações das variáveis ambientais e pessoais de conforto (NEVINS et al., 1966; MCNALL et al., 1967 e FANGER, 1970), encontrou a relação entre o VME, ICT e a energia do metabolismo, representada na equação 4.

$$PMV = \left[ 0.352 e^{-0.042 \times \left( \frac{M}{A_{Du}} \right)} + 0.032 \right] \times ICT \quad (4)$$

E, substituindo o valor ICT pela equação 3, obtém-se a equação do Voto Médio Estimado, representada pela equação 5.

$$\begin{aligned}
 PMV = & \left[ 0.32 e^{-0.042 \frac{M}{A_{Du}}} + 0.032 \right] \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - 0.35 \left[ 43 - 0.061 \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - p_a \right] - \\
 & 0.42 \left[ \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - 50 \right] - 0.0023 \frac{M}{A_{Du}}(44 - p_a) - 0.0014 \frac{M}{A_{Du}}(34 - t_a) -
 \end{aligned}$$

$$3.4 \times 10^{-8} f_{cl} \left[ (t_{cl} + 273)^4 - (t_{mrt} + 273)^4 \right] - f_{cl} \times h_c (t_{cl} - t_a) \quad (5)$$

Por causa da difícil aplicação da equação 5, Fanger (1970) preparou uma tabela que apresenta o voto médio estimado para a combinação de 8 diferentes níveis de atividade, 7 possibilidades de vestimenta, 9 velocidades relativas do ar e 8 temperaturas do ambiente. Esta tabela pode ser encontrada em FANGER (1970).

Para se projetar um ambiente termicamente confortável deve-se procurar satisfazer o maior número possível de pessoas. Partindo desse princípio, Fanger (1970) através de análise estatística de dados experimentais com um grupo de aproximadamente 1300 indivíduos, conseguiu relacionar a Porcentagem Estimada de Insatisfeitos (PEI) ao Voto Médio Estimado. Essa relação é mostrada pela figura 3.

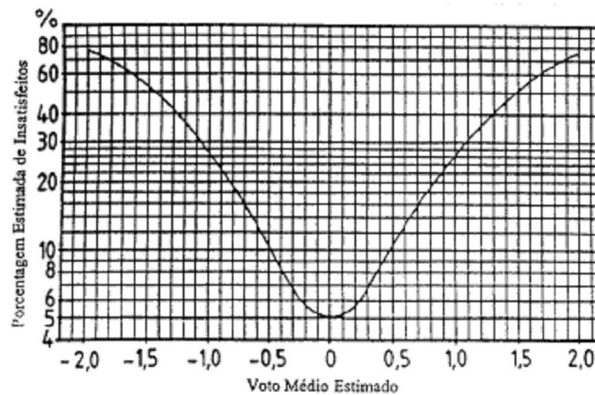


Figura 3 – pessoas insatisfeitas em relação ao voto médio estimado.

Na figura 3 podemos notar que:

- a) a porcentagem mínima esperada de insatisfeitos, mesmo em um ambiente com sensação térmica neutra (VME=0), é de 5%;
- b) a curva é simétrica em relação ao ponto de neutralidade, significando que se pode esperar uma porcentagem igual de pessoas insatisfeitas com o ambiente estudado em relação às sensações de frio e calor.

Em 1984 o modelo de Fanger (1970) foi adotado como base pela norma ISO 7730 (1984) e depois mantido em suas atualizações em 1994 e 2005.

### 4.3. A Temperatura Operativa como Indicador do Ambiente Térmico

A temperatura operativa é definida como a temperatura uniforme de um corpo negro, na qual uma pessoa poderia trocar a mesma quantidade de calor por radiação e convecção em um ambiente não uniforme (ISO 7730, 2005), e pode ser considerada como sendo a média das temperaturas de bulbo seco e radiante média para velocidades do ar menores que 0,2 m/s e diferenças menores de 4,0°C entre a temperatura radiante média e a temperatura do ar.

A ISO 7730 correlaciona o VME e os intervalos de conforto de verão e inverno com a temperatura operativa, que pode ser calculada a partir da temperatura ambiente, velocidade do ar e temperatura radiante média, através da equação 6.

$$t_o = A.t_a + (1 - A).t_{rmt} \quad (6)$$

Onde,

$A = 0,5$  para  $v_{ar} < 0,20$  m/s

$A = 0,6$  para  $0,21 < v_{ar} < 0,60$  m/s

$A = 0,7$  para  $0,61 < v_{ar} < 1,00$  m/s

A temperatura operativa, por correlacionar as temperaturas do ar e radiante média, e velocidade do ar, avalia melhor o comportamento térmico dos ambientes, facilitando a compreensão das análises de sensação de conforto ou desconforto das pessoas, que pode ser causada também por assimetria da radiação. Por este motivo foi utilizada no presente trabalho como indicador do ambiente térmico, na avaliação dos espaços estudados.

#### 4.4. As Áreas de Transição

O presente trabalho considera áreas de transição aquelas que se situam entre as áreas internas e as externas de uma edificação, podendo ser semi abertas, que não sejam totalmente isoladas espacialmente e apresentem ao menos alguma característica de demarcação de espaço pertencente à edificação, como uma cobertura, não estando necessariamente acoplada ao edifício.

Através de revisão da literatura, Chun, Kwork e Tamura (2004) dividem estas áreas em três diferentes categorias, como mostra a figura 4.

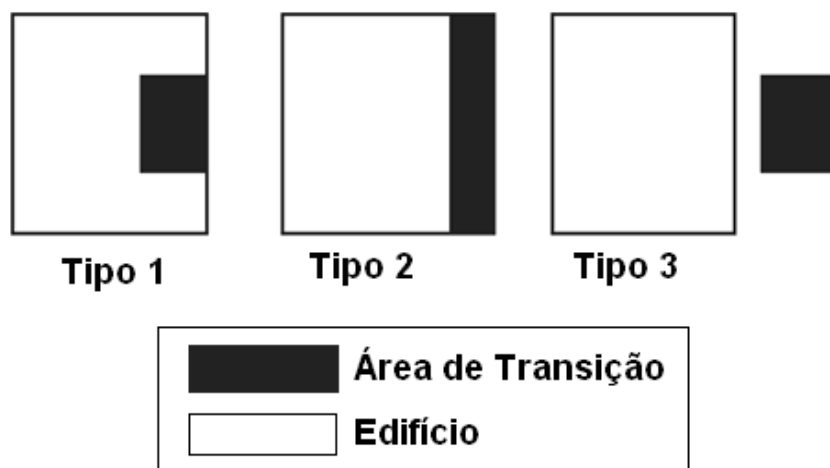


Figura 4: Três possíveis configurações de área de transição. Fonte: Chun et al. (2004).

O tipo 1 configura espaços internos ao edifício que apresentam apenas uma fachada de ligação com o exterior, como lobbies de hotéis por exemplo, onde as condições climáticas são percebidas de forma mesclada conforme as pessoas entram ou saem dos edifícios. O tipo 2 exemplifica espaços adjacentes ao edifício ou localizados entre dois edifícios como corredores externos, varandas e pátios, onde as características climáticas externas predominam. Já o tipo 3 apresenta ambientes não acoplados ao edifício, essencialmente externos e influenciados pela maneira como a configuração do edifício modifica o microclima local e consequentemente influencia o espaço de transição. Exemplos dessas áreas são: pergolados, pavilhões, etc.

Por meio de medições de campo e da revisão levantada da bibliografia existente, os autores afirmam que o tipo 1 de área de transição apresentado na figura 1, pode ser efetivo para diminuir o choque térmico entre ambientes com diferenças térmicas muito altas, o tipo 2 pode ajudar a diminuir os fluxos de vento e o tipo 3 a diminuir a carga de radiação solar direta. Quanto ao comportamento dos usuários os autores observam que o tipo 1 é mais utilizado apenas como passagem, o 2 para estadas rápidas e o tipo 3 como espaço de convívio, o mais vivenciado (CHUN; KWOK; TAMURA, 2004).

Estas observações são importantes para mostrar que existe uma grande variedade no comportamento de usuários de áreas de transição comparado ao comportamento sedentário de ambientes de escritórios ou residências. É importante considerar essas diferenças ao projetar esses espaços.

Quanto às condições climáticas, os espaços de transição são caracterizados como dinâmicos e instáveis, sendo influenciados por diversas variáveis dos espaços a sua volta, microclimas localizados, radiação solar, ventos, vegetação, entre outros fatores. Embora condições transitórias possam ocorrer também em ambientes internos, radiação solar direta, correntes de ar e oscilação de temperatura, normalmente são condições indesejáveis para o conforto térmico de um ambiente (CHUN; KWOK; TAMURA, 2004).

A tecnologia trouxe muitos benefícios ao homem, mas também facilita a vida sedentária, por isso as pessoas têm procurado cada vez mais se exercitar em busca da melhoria da qualidade de vida, e muitas procuram caminhar. Em áreas urbanas a maioria das atividades dos pedestres se concentra entre os edifícios, espaços que nem sempre oferecem condições adequadas de sombreamento ou proteção ao vento. Áreas de transição acopladas aos edifícios podem ajudar no conforto dos pedestres oferecendo sombra e proteção.

Nos países mais frios, as áreas de transição podem ainda funcionar como coletores solares, aquecendo o ambiente ou armazenando calor para auxiliar no aquecimento dos ambientes internos (CADIMA, 2005).

Dependendo da sua configuração e características construtivas, as áreas de transição podem ser úteis por vários motivos (SINOUE; STEEMERS, 2004):

- Formar zonas de diminuição do impacto da temperatura entre o ambiente externo e interno, oferecendo mais tempo para os pedestres à adaptação térmica;
- Funcionar como barreiras à frente dos prédios, protegendo fachadas e reduzindo a demanda de energia dos ambientes internos;
- Criar microclimas com condições térmicas intermediárias aos ambientes internos e externos;
- Servir como espaços confortáveis de convívio social, onde as pessoas podem interagir ou ocupar-se de outras atividades;
- Proteger o edifício e os pedestres das chuvas e ventos indesejáveis;
- Criar espaços de unificação entre diferentes elementos do espaço urbano.

A figura 5 apresenta um hall de ligação do Jockey Clube de São Paulo, uma área de transição suntuosa, que conserva seu apelo estético e ao mesmo tempo serve como elemento de unificação de diferentes partes do edifício e passagem, protegendo os usuários em dias de chuva ou frio.



*Figura 5: Ambiente de transição do Jockey Clube de São Paulo. Fonte: [www.memorialbravobrasil.com.br](http://www.memorialbravobrasil.com.br).*

Suas características construtivas podem interferir diretamente no conforto térmico e nas sensações térmicas dos usuários, como a existência ou não de cobertura, presença de vegetação ou corpos d'água e ventilação natural eficiente.

De outro elemento da área de transição, a cobertura, resulta a maior parte da carga de radiação direta que o ambiente recebe e seu nível de exposição às intempéries do tempo. Além disso, o tipo de material utilizado pode transmitir mais ou menos energia, entre outros fatores. Coberturas com partes móveis ou removíveis podem ser utilizadas para que o ambiente se torne mais agradável, de acordo com cada uso ou necessidade.

A figura 6 mostra a cobertura da varanda do restaurante Madelleine, em São Paulo, um agradável espaço de convívio que faz a transição entre espaço externo e interno, com cobertura retrátil.





*Figura 6: Varanda do restaurante Madelleine em São Paulo. Fonte: [www.arcoweb.com.br](http://www.arcoweb.com.br).*

Com relação a vegetação, pesquisas (RIGITANO; LABAKI, 2003) indicam que este elemento contribui para que as altas temperaturas das áreas urbanas em que vivemos sejam amenizadas. Segundo as autoras, a árvore, por exemplo, é a forma vegetal mais característica da paisagem urbana e tem se incorporado à arquitetura ao longo da história, criando uma ambiência urbana agradável, deve-se assim tomar partido da vegetação, sempre que possível. Alguns de seus efeitos particulares contribuem para o conforto térmico do ambiente, como o umedecimento do ar ou a proteção contra fortes correntes de vento.

A presença de vegetação auxilia ainda no controle dos microclimas uma vez que as plantas bloqueiam e absorvem parte da incidência solar, contribuindo para o balanço de energia, além de filtrar do ar e amenizar a temperatura, que pode ficar até 25% mais

amena durante o dia nas áreas sombreadas do que nas que recebem radiação solar direta (ROBINETTE, 1983).

Já os corpos d' água, por armazenar mais e irradiar menos energia solar (devido as trocas de calor, já que a água utiliza energia do ambiente para evaporar), moderam temperaturas extremas de suas áreas adjacentes.

Para que o conforto térmico nas áreas de transição seja eficiente, a ventilação é um elemento de fundamental importância. O movimento do ar é imprescindível não só para que os ambientes sejam saudáveis, devido à renovação do ar, mas também para o conforto térmico em condições de verão, pois auxilia nas perdas de calor do corpo humano por convecção e evaporação do suor (GIVONI, 1976). Um pátio interno, por exemplo, não se torna um espaço de transição agradável se não tornamos possível sua ventilação através de aberturas diretas que liguem o exterior à área de transição e que permitam a circulação e renovação do ar.

E por último, os materiais construtivos utilizados nas áreas de transição são de muita importância para caracterizar o conforto térmico local. Os revestimentos, por exemplo, podem absorver ou refletir a radiação. Assim, o material utilizado nas paredes que delimitam a área de transição vai influenciar diretamente no conforto das mesmas.

Além destes, outros elementos como a massa térmica do envelope do edifício, o sombreamento ou mesmo a temperatura radiante, também são importantes.

#### **4.5. Ambientes internos → áreas de transição → ambientes externos**

Quando as pessoas se deslocam entre as áreas internas e externas, dependendo das condições a que são expostas podem sentir desconforto. O julgamento subjetivo dos usuários sobre as condições ambientais pode ser afetado pelas condições do ambiente precedente, que geralmente é tomado como referência.

Nos países industrializados a maioria das pessoas passa a maior parte de seu tempo em ambientes internos (HOPPE, 2002). Estudos mostram altas taxas de descontentamento com estes ambientes (FANGER; TOFTUM, 2001), e uma das razões é que a ventilação natural existente nem sempre é suficiente, principalmente em áreas com grande volume. Além disso, nem sempre se consegue controlar mecanicamente o clima de algumas áreas que recebem radiação solar direta, ambientes difíceis de controlar.

Na passagem exterior → interior e vice-versa os mecanismos do corpo tendem a se adaptar a cada mudança sucessiva de temperatura. Aumentar a taxa de metabolismo rapidamente pode ter efeitos sérios na percepção do espaço, no comportamento social e na sensação de conforto ambiental (POTVIN, 2000).

Chun e Tamura (2005), por sua pesquisa, acreditam que as mudanças bruscas de temperatura é o que mais afeta o conforto térmico humano nos ambientes de transição. Quando uma pessoa está caminhando por um destes ambientes ou se movendo por vários ambientes de temperaturas diferentes, é exposta a contínuas mudanças em suas sensações. Em alguns ambientes os usuários podem experimentar grandes mudanças de temperatura em curtos períodos de tempo.

Por estarem sujeitas a estas constantes mudanças de temperatura, ao se locomoverem entre os ambientes, as pessoas podem sentir certo desconforto térmico (CHUN; TAMURA, 2005). Assim, áreas de transição bem projetadas podem suavizar este “choque” de temperaturas. Segundo Sinou e Steemers (2004), uma das funções destas áreas é criar um espaço onde as pessoas possam se ajustar termicamente enquanto estão se movendo do ambiente interior para o exterior, ou vice-versa.

Segundo Hoppe (2002), existem três abordagens diferentes para as percepções de conforto: a psicológica, a termofisiológica e a baseada no balanço térmico do corpo humano, que se relacionam com a forma como o usuário percebe o ambiente e como isto modifica suas sensações térmicas. Estas três percepções do conforto são fundamentais

para uma compreensão maior das sensações térmicas que um ambiente pode causar e para que seja possível projetar melhor um espaço, levando sempre em consideração as impressões pessoais que ele pode vir a trazer.

No Brasil, país de clima tropical, normalmente os espaços de transição não servem apenas como passagem, seus ocupantes costumam utilizá-las também como área de descanso, como é o caso de pátios e varandas por exemplo, devido à questões culturais (SKUBS; KOWALTOWSKI, 2003). Assim, é importante considerar a abordagem psicológica do projeto para que se crie um ambiente agradável e convidativo.

Um exemplo da importância cultural e psicológica do projeto das áreas de transição é a pesquisa de Perdigão e Mattos (1995) realizada em Belém, que mostrou que o uso do beiral quebra-sol/chuva, um elemento muito utilizado pela arquitetura amazônica, uma cobertura que tem grande área, e possui geralmente de 1,20m a 1,80m de comprimento, ou seja, muito próximo a um alpendre, construída com materiais como a telha de barro ou cavaco ameniza a temperatura desta área e protege também a fachada da edificação dos efeitos da radiação solar direta.

Assim como um elemento de transição pode auxiliar no conforto, é importante lembrar que a configuração arquitetônica da área transitória pode prejudicar o ambiente, barrando a ventilação natural ou a ventilação noturna, armazenando calor ao longo do dia, criando reflexões de radiação solar, entre outros fatores. A escolha dos materiais é tão importante quanto a escolha da forma.

Existem muitas pesquisas sobre o conforto térmico em ambientes internos e em áreas externas, mas pouco ainda se sabe sobre as áreas de transição que configuram uma mescla desses ambientes.

#### **4.6. Pesquisas nas Áreas de Transição e Índices de Conforto**

Para que se possa avaliar o comportamento do homem frente as variações térmicas dos ambientes são utilizados os índices de conforto e com base nestes são estabelecidas zonas de conforto.

Os diversos índices foram desenvolvidos com base em diferentes aspectos do conforto e podem ser baseados nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente - biofísicos, nas reações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade e velocidade do ar - fisiológicos e nas sensações subjetivas de conforto experimentadas em condições em que os elementos de conforto térmico variam - subjetivos (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Métodos de correlação entre as variáveis ambientais e o conforto térmico surgiram no começo do século XX, e apesar de serem focados nos ambientes artificialmente climatizados, eram passíveis de uso para ambientes não condicionados.

Apesar da maior parte das pesquisas serem desenvolvidas para o estudo dos ambientes internos, existem importantes pesquisas que adaptaram os índices e métodos para as áreas externa ou os desenvolveram.

As áreas de transição influenciadas pelo comportamento térmico da área externa e dos ambientes internos adjacentes a seu espaço compõem um microclima que é uma mescla dessas duas condições. Como não existem índices específicos para estas áreas, a metodologia utilizada por alguns estudos para a análise destes espaços é composta por índices de conforto criados para o estudo das áreas externas, enquanto outros utilizam índices comumente utilizados para ambientes internos.

As pesquisas de Chun, Kwok e Tamura (2004) e Chun e Tamura (2005) utilizam-se do VME e da nova temperatura efetiva padrão<sup>1</sup> (SET\*) para a análise de ambientes de

---

<sup>1</sup> New Standard Effective Temperature

transição em laboratório e campo. A primeira conclui que o VME não deve ser usado para situações onde a temperatura é instável e os valores da taxa de metabolismo dos entrevistados são dinâmicos, já que a norma ISO7730 (1994) não indica o uso do método para valores fora da faixa de -2,0 e 2,0.

Grande parte dos autores citados na presente pesquisa utilizou também o método do VME para a análise de ambientes de transição, pelas variáveis: temperatura do ar, de globo, radiante, umidade relativa e velocidade do ar. Alguns estudos utilizaram a temperatura operativa para melhor análise do comportamento térmico dos espaços (POTVIN, 2000, SPAGNOLO; de DEAR, 2003) e outros se valeram também de medições da radiação solar (SPAGNOLO; de DEAR, 2003, CADIMA, 2005, CHUN et al., 2004) .

Spagnolo e de Dear (2003) calcularam diversos índices de conforto para análise dos ambientes de transição de sua pesquisa, entre este a temperatura efetiva padrão para área externa<sup>2</sup> (OUT\_SET\*), a temperatura percebida<sup>3</sup> (PT), a temperatura fisiologicamente equivalente<sup>4</sup> (PET) e a nova temperatura efetiva<sup>5</sup> (ET\*).

Jitkhajornwanich e Pitts (2002) utilizam-se também do método do VME, incluindo em sua pesquisa o voto esperado<sup>6</sup> proposto por Fanger e Toftum (2001).

Desde o desenvolvimento do índice temperatura efetiva por Vernon e Warner (1932 apud Alucci e Monteiro 2007), foram propostos muitos índices para a análise do conforto térmico. O trabalho de Monteiro e Alucci (2007) apresenta uma revisão histórica destes índices.

A presente pesquisa utiliza o método do VME e a temperatura operativa para análise da sensação de conforto dos usuários e do comportamento térmico das áreas de transição, respectivamente.

---

<sup>2</sup> Outdoor Standard Effective Temperature

<sup>3</sup> Perceived Temperature

<sup>4</sup> Physiologically equivalent temperature

<sup>5</sup> New Effective Temperature

<sup>6</sup> Expectation vote

## **5. METODOLOGIA**

### **5.1. Delimitação do Campo de Pesquisa**

A presente pesquisa propôs o estudo de ambientes de transição em edifícios educacionais nas cidades de Piracicaba-SP e Santa Bárbara D'Oeste-SP. A opção por instituições educacionais se deve a sua importância social, ao fato de serem de uso público, bastante frequentadas e também à grande experiência dos pesquisadores do Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP com o ambiente escolar (KOWALTOWSKI et al., 2001).

Para seleção da amostra foram consultadas instituições educacionais que permitissem acesso adequado para que as medições fossem completas, além de espaços de transição adequados para a pesquisa, como corredores, pátios ou varandas e salas de aula com acesso direto à área externa. A estratégia utilizada para obter a melhor amostra foi contatar as pessoas responsáveis pelas instituições e que estivessem interessadas nos resultados da pesquisa.

A cidade de Piracicaba é conhecida por possuir diversas universidades e faculdades, como a Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz (ESALQ-USP) e a Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP). Apesar disto, nem todas as instituições consultadas demonstraram interesse na pesquisa. Desta maneira, a UNIMEP – Campus Santa Bárbara D'Oeste foi incluída na amostra, devido à facilidade de contatos e por abrigar a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Mesmo estando localizada em outra cidade que não Piracicaba, as características climáticas de ambas as cidades são muito parecidas, permitindo a inclusão de uma faculdade de Santa Bárbara D'Oeste na pesquisa.

Das faculdades visitadas e que permitiram a pesquisa, apenas a ESALQ e a UNIMEP – SBO apresentaram espaços adequados para a pesquisa, sendo que a amostra final é de duas instituições e três edifícios, dois deles situados na ESALQ.

## **5.2. Caracterização do clima**

### **5.2.1. Piracicaba - SP**

A cidade de Piracicaba está localizada no interior do estado de São Paulo, distante aproximadamente 150km da capital, e apresenta as coordenadas geográficas indicadas na tabela 2.

*Tabela 2 – Coordenadas geográficas de Piracicaba – SP.*

<b>Latitude</b>	22° 42' 30" sul
<b>Longitude</b>	47° 38' 00" oeste
<b>Altitude</b>	546 metros

*Fonte: Escola Superior de Agricultura – “Luiz de Queiroz” - USP, 2003.*

Sua população estimada em 2007 era de 365.440 habitantes. A cidade é um importante pólo regional de desenvolvimento industrial e agrícola, situado em uma das regiões mais industrializadas e produtivas de todo o estado de São Paulo. A área total do município é de 1368,00 km<sup>2</sup> <sup>7</sup>.

A cidade possui universidades importantes, destacando-se a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), a Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP-UNICAMP), a Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Fundação Municipal de Ensino (FUMEP), mantenedora da Escola de Engenharia de Piracicaba (EEP) e Faculdade Salesiana Dom Bosco de Piracicaba (UNISAL), além de ser Pólo de várias Universidades que mantém cursos superiores à distância, como Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), Universidade Internacional (UNINTER) e outras.

<sup>7</sup> Segundo consulta do site Nosso São Paulo à IBGE (<http://www.nossosaopaulo.com.br>).



O clima da cidade é tropical de altitude, com temperatura média anual de 21,6°C, com máxima média de 28,2°C e mínima média de 15,0°C, ocorrendo período mais seco nos meses de julho e agosto e mais chuvoso em janeiro, com média de índice pluviométrico de 104,05 mm no período de 1917 a 2007<sup>8</sup>.

### 5.2.2. Santa Bárbara D'Oeste – SP

Santa Bárbara D'oeste é um município pertencente a Região Metropolitana de Campinas, distante aproximadamente 130 km da capital e apresenta as coordenadas geográficas descritas na tabela 3.

*Tabela 3 – Coordenadas geográficas de Santa Bárbara D'oeste – SP.*

<b>Latitude</b>	22°45'13" sul
<b>Longitude</b>	47°24'49" oeste
<b>Altitude</b>	565 metros

*Fonte: Site Nosso São Paulo.*

A economia da cidade é baseada principalmente nos setores sucro-alcooleiro, têxtil e metalúrgico. A cidade é considerada como o berço da indústria automobilística no Brasil, uma vez que foi a responsável pela produção do primeiro automóvel nacional.

Sua população estimada em 2007 era de 187.908 habitantes, e a área total do município abrange 272,20 km<sup>2</sup> <sup>9</sup>.

O clima da cidade é tropical de altitude, com temperatura média anual de 20,9°C e média de índice de umidade relativa de 74%, ocorrendo período mais seco nos meses de julho e agosto e mais chuvoso em janeiro, com média de índice pluviométrico de 138,9mm no período de 1973 à 2003 <sup>10</sup>.

<sup>8</sup> Escola Superior de Agricultura – “Luiz de Queiroz” – USP (<http://www.esalq.usp.br>)

<sup>9</sup> Segundo consulta do site Nosso São Paulo à IBGE (<http://www.nossosaopaulo.com.br>).

<sup>10</sup> Escola Superior de Agricultura – “Luiz de Queiroz” – USP – segundo o site da prefeitura municipal de Santa Bárbara D'oeste (<http://www.santabarbara.sp.gov.br>)

### 5.3. Caracterização dos ambientes de pesquisa

#### 5.3.1. UNIMEP – Campus Santa Bárbara D’oeste

A Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UNIMEP está situada no campus Santa Bárbara D’oeste e conta com salas de aula, dois ateliês de desenho e laboratórios diversos, entre eles o de conforto ambiental, o que facilitou o andamento da pesquisa.

As áreas de transição selecionadas para estudo foram: o corredor que entremeia os dois ateliês e uma área de transição externa, ligada ao corredor por uma estrutura metálica coberta por policarbonato.

A figura 7 apresenta um esquema geral da localização dos ambientes estudados no edifício da UNIMEP.

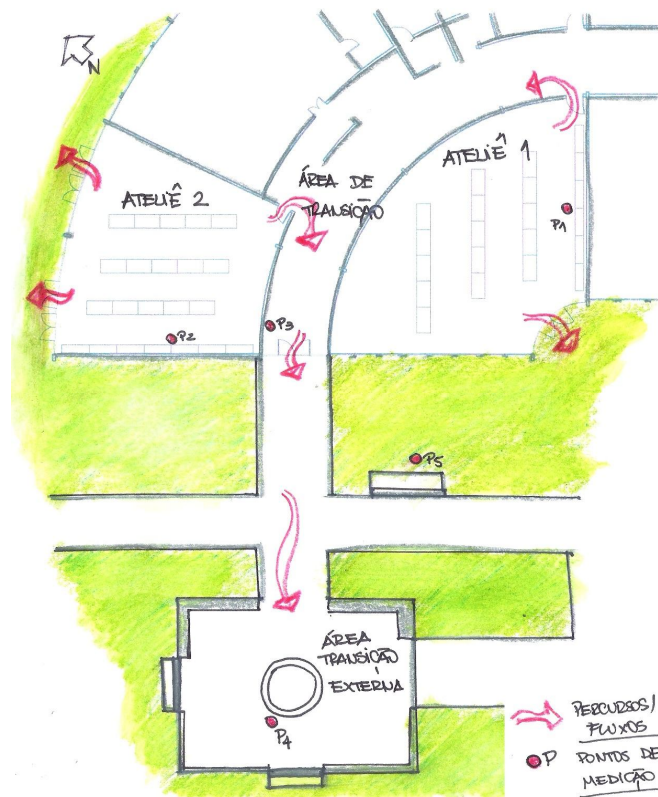


Figura 7 – Croqui dos ambientes de estudo do edifício da UNIMEP.

### 5.3.1.1. Ateliê 1

A principal característica deste ateliê (o maior entre os dois, com 136,00m<sup>2</sup>) é possuir uma grande porta que dá acesso à área externa e um grande pano de vidro voltado para a fachada sudoeste.

As paredes da sala são de placas de concreto pré-fabricadas revestidas em um lado por revestimento de tijolo à vista (lados externos e lados do corredor) e do outro lado pintadas de branco. O piso é paviflex e a cobertura é de telha de fibrocimento, com ático ventilado e laje composta de concreto e placas de material isolante. A parede voltada para o corredor apresenta janelas de vidro altas, fixas e sem abertura, servindo para iluminação natural, sendo que apenas duas delas são abertas, para auxílio da ventilação.

O ponto positivo da sala para a pesquisa são os acessos (setas vermelhas indicadas na figura 7), um pela área de transição (corredor) e outro diretamente para a área externa, onde os alunos ao saírem são diretamente expostos à radiação solar. Desta forma é possível analisar a diferença de sensação de choque térmico entre os dois percursos.

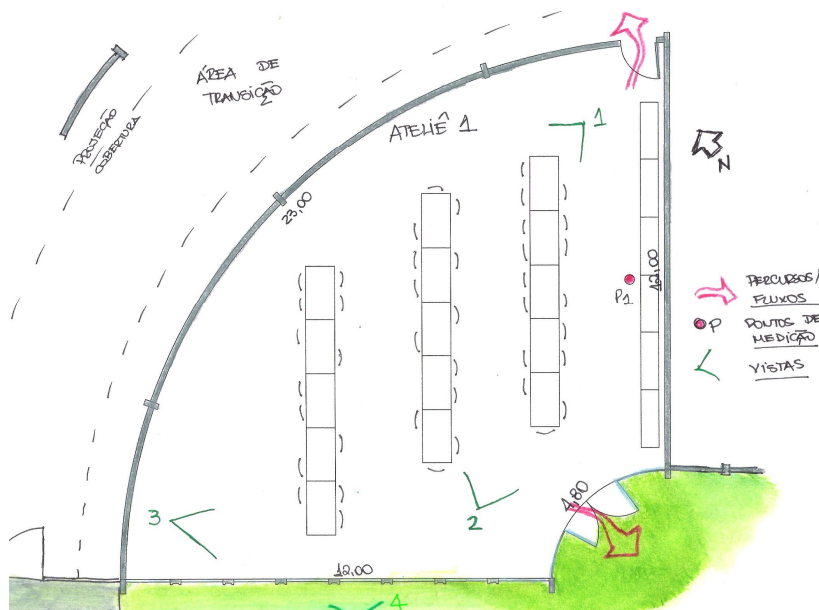


Figura 8 – Croqui do ateliê de aula 1 da UNIMEP.



*Figura 9 – Vista 1 - Janelas de vidro voltadas para a orientação Sudoeste.*



*Figura 10 – Vista 2 – Acima, do lado esquerdo, as janelas altas que auxiliam na iluminação natural.*



*Figura 11 – Vista 3 – Porta de vidro que liga o ateliê 1 à área externa.*



*Figura 12 – Vista 4 – Vista externa da fachada Sudoeste, onde se localizam as janelas de vidro.*

### 5.3.1.2. Ateliê 2

O ateliê 2 é o menor, com 96,00m<sup>2</sup>. Sua fachada Norte é composta por um pano de vidro onde estão localizadas quatro portas de vidro. O ateliê 2 possui, assim como o ateliê 1, dois acessos para a área externa, um pelo corredor e o outro diretamente para a área externa, através de uma das quatro portas.

Quanto às características construtivas e materiais os dois ateliês se assemelham, a diferença está apenas no tamanho e na orientação solar.

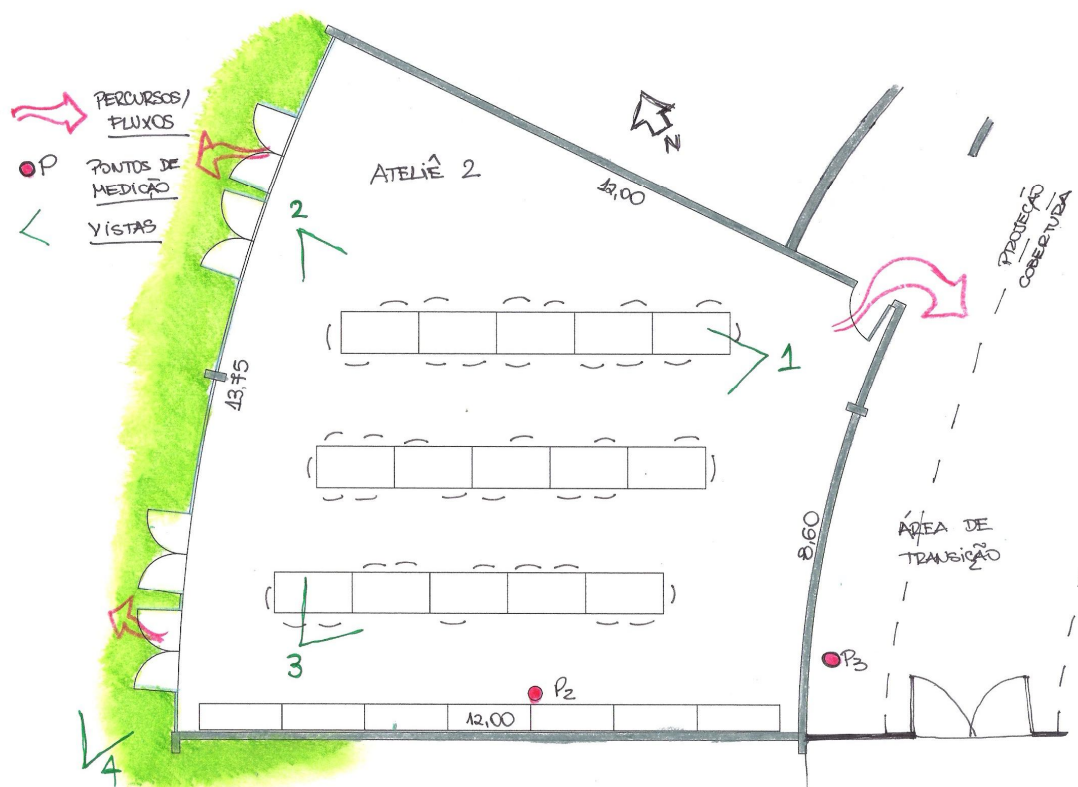
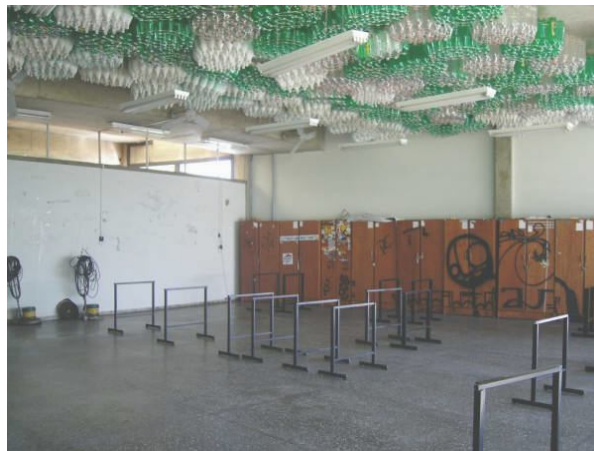


Figura 13 – Croqui do ateliê de aula 2 da UNIMEP.

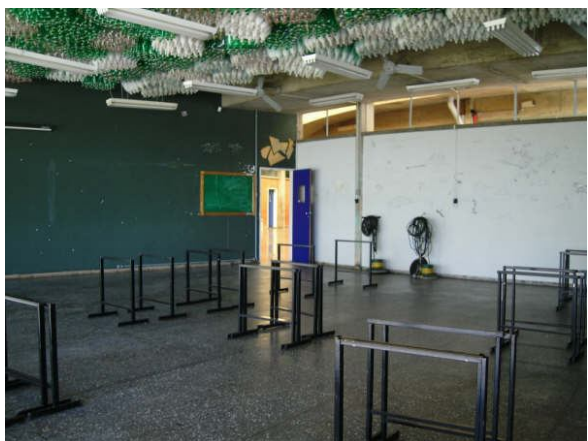




*Figura 14 – Vista 1 – Pano de vidro voltado para o Norte, onde o sol chega a entrar aproximadamente 1,0m na sala de aula.*



*Figura 15 – Vista 2 – Teto de garrafas PET. Projeto de melhoria acústica da sala desenvolvido pelos alunos.*



*Figura 16 – Vista 3 – Porta de acesso à área de transição (corredor).*



*Figura 17 – Vista 4 – Vista externa do pano de vidro voltado para o Norte .*

### 5.3.1.3. Área de Transição – Corredor

Localizada entre os dois ateliês e salas de aula do bloco, com 3,85m de largura e 7,00m de pé-direito (em seu ponto mais alto), esta área de transição é coberta por policarbonato por toda extensão e liga as salas de aula à área externa.

O piso também é de paviflex e na parte mais alta das paredes, existem aberturas do forro ventilado, que compõe a laje das salas de aula.

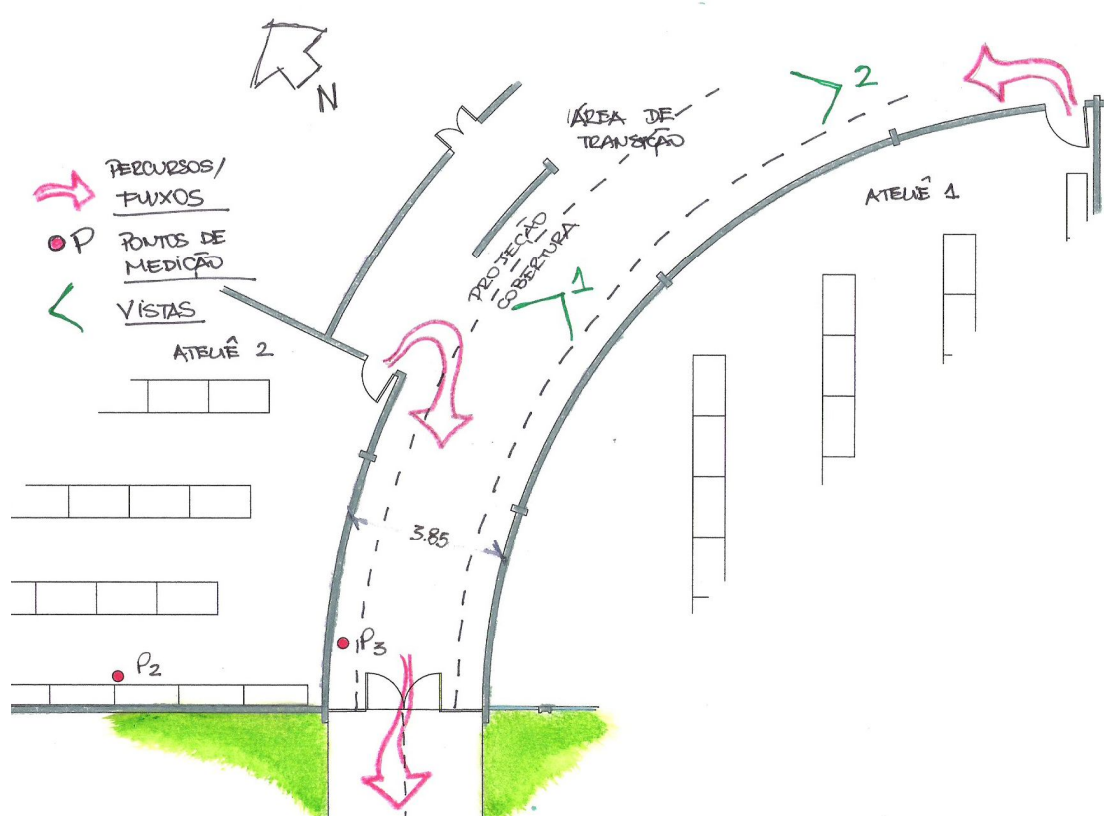


Figura 18 – Croqui da área de transição – Corredor – UNIMEP.



*Figura 19 – Vista 1 – Porta de acesso para a estrutura metálica coberta por policarbonato que leva à área externa, outros edifícios ou à área de transição externa.*



*Figura 20– Vista 2 – Cobertura de policarbonato por toda a extensão da área de transição.*

#### **5.3.1.4. Área de Transição Externa**

Composta por paredes de alvenaria, piso de pedra, estrutura metálica e cobertura de policarbonato, foi construída para ser um local de abrigo e descanso dos estudantes, com um jardim central envolto por bancos de concreto. É ligada ao corredor por uma outra estrutura metálica coberta pelo mesmo material.

Apresenta parte de suas fachadas obstruídas por paredes de alvenaria de bloco cerâmico, que barram parte da ventilação direta do ambiente.

Algumas árvores ao redor deste ambiente ajudam a sombrear uma pequena parte da cobertura de policarbonato, mas não são suficientes para diminuir a temperatura radiante do local, uma vez que interferem muito pouco.



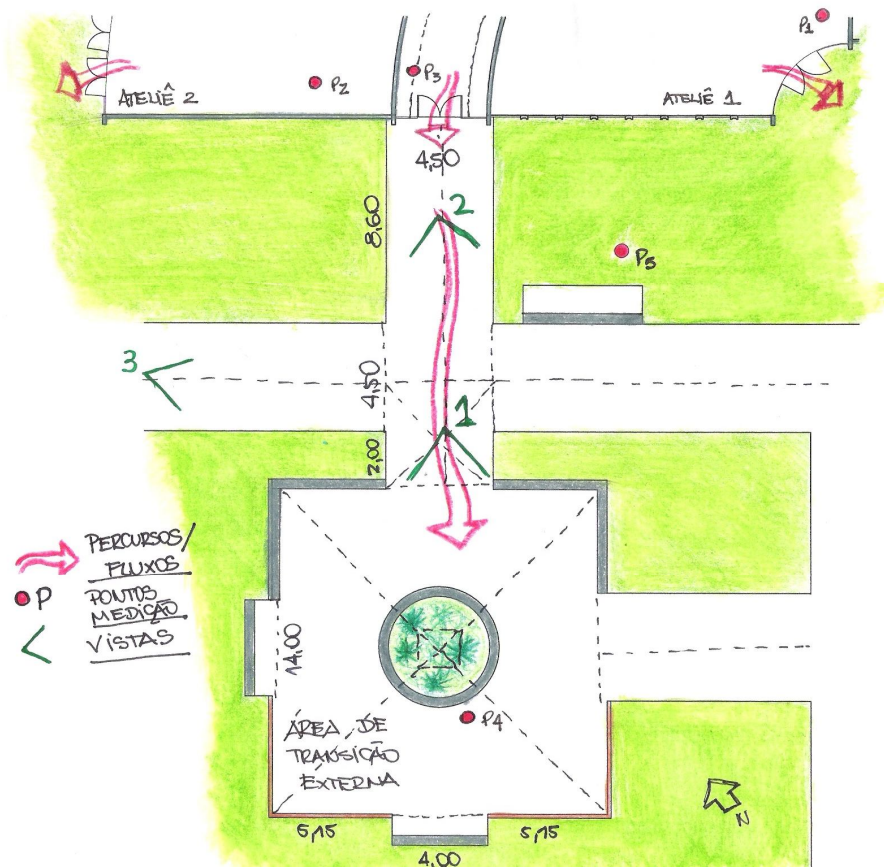


Figura 21 –Croqui da área de transição externa da UNIMEP.



Figura 22 – Vista 1 – Estrutura metálica coberta por policarbonato e jardim central.



Figura 23 – Vista 2 – Estrutura metálica que faz a ligação do corredor à área de transição externa.



*Figura 24 – Cobertura de policarbonato  
e abertura para auxílio da ventilação natural.*

A figura 24 não está indicada como vista na figura 21 pois é uma foto da cobertura do ambiente, tirada de baixo para cima.

### **5.3.2. ESALQ – Edifício da Hidráulica**

O edifício da Hidráulica da ESALQ está localizado no Departamento de Engenharia Rural e recebe algumas aulas da graduação e da pós-graduação. Entre os laboratórios e salas de aula, foram selecionadas para a pesquisa duas salas, uma ligada à área externa através de uma área de transição e outra com saída direta para um pequeno pátio, sem sombreamento.

A figura 26 apresenta um esquema geral do edifício da hidráulica, com a localização dos ambientes estudados.

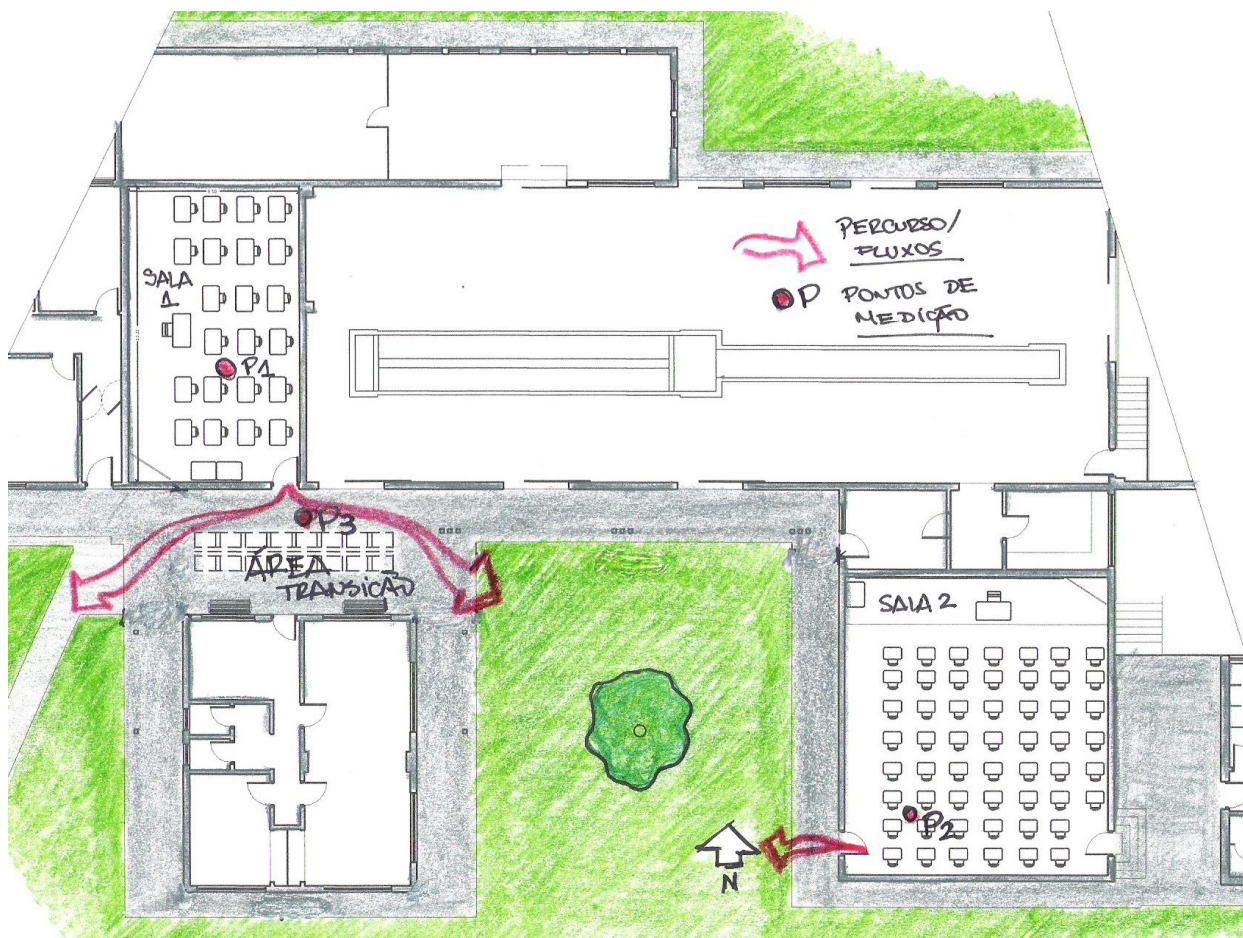


Figura 25 – Croqui do Edifício da Hidráulica.

#### 5.3.2.1. Sala de aula 1

Localizada entre outros três ambientes do edifício esta sala tem praticamente todas as suas faces protegidas contra a radiação solar direta. As faces Leste e Oeste estão em contato com outras salas do prédio, à fachada Norte está acoplada uma pequena construção, mais baixa, que permite apenas a presença de vitrôs altos na sala de aula, e na fachada sul encontra-se acoplada à sala, a área de transição, também com vitrôs altos, porém protegidos do sol. Desta forma, a cobertura recebe praticamente toda a radiação solar direta que atinge a sala.

Os vitrôs ficam sempre fechados, provavelmente pela altura que dificulta seu manuseio, impossibilitando a ventilação cruzada entre os vitrôs das paredes opostas.

As paredes são de alvenaria, de 0,30m de espessura, rebocadas e pintadas de branco e o piso é de paviflex. A cobertura é de telhas cerâmicas e a laje não é ventilada.

A sala tem 72,87m<sup>2</sup>, onde são ministradas algumas aulas da pós-graduação. Apesar de ser um ambiente confortável a sala de aula possui um aparelho de ar condicionado.

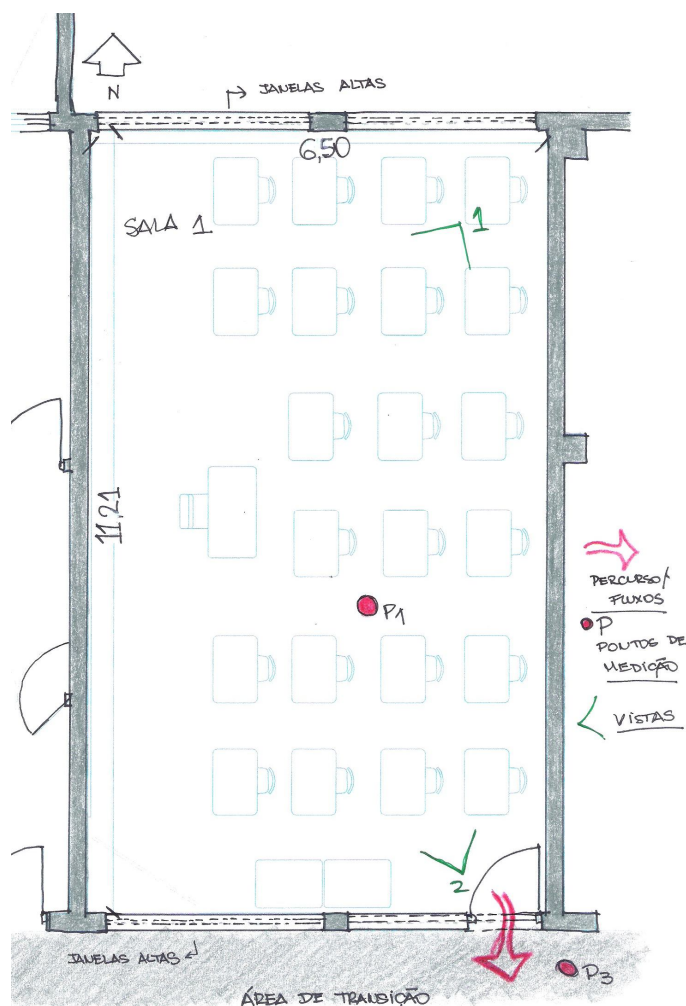


Figura 26 – Esquema da sala de aula 1 – Edifício da Hidráulica.





*Figura 27 – Vista 1 – Acima na esquerda, vitrões altos voltados para a área de transição, para auxílio da iluminação natural e ventilação cruzada, mas que costumam ficar fechados devido ao difícil manuseio.*



*Figura 28 – Vista 2 – Vitrões altos voltados para a fachada Norte.*

#### **5.3.2.2. Sala de aula 2**

A sala de aula 2 é maior que a primeira e por esse motivo recebe a maior parte das aulas da graduação e pós. Apenas a fachada Norte está em contato com outras salas do prédio, sendo que todas as outras recebem radiação solar direta, estando protegidas apenas por um pequeno beiral de concreto localizado a uma altura de 3,80m. A sala tem 112,70m<sup>2</sup> e pé direito de 3,65m.

As paredes são também de alvenaria de 0,30m de espessura, rebocadas e pintadas de branco na área interna e revestidas por tijolos aparentes na área externa.

Os vitrões também são altos e de difícil manuseio e ficam cobertos por janelas de tecido azul, dificultando a iluminação natural e impedindo a ventilação.

O piso é de cerâmica vermelha e a cobertura de telhas cerâmicas.

A figura 29 apresenta um croqui esquemático da sala 2.

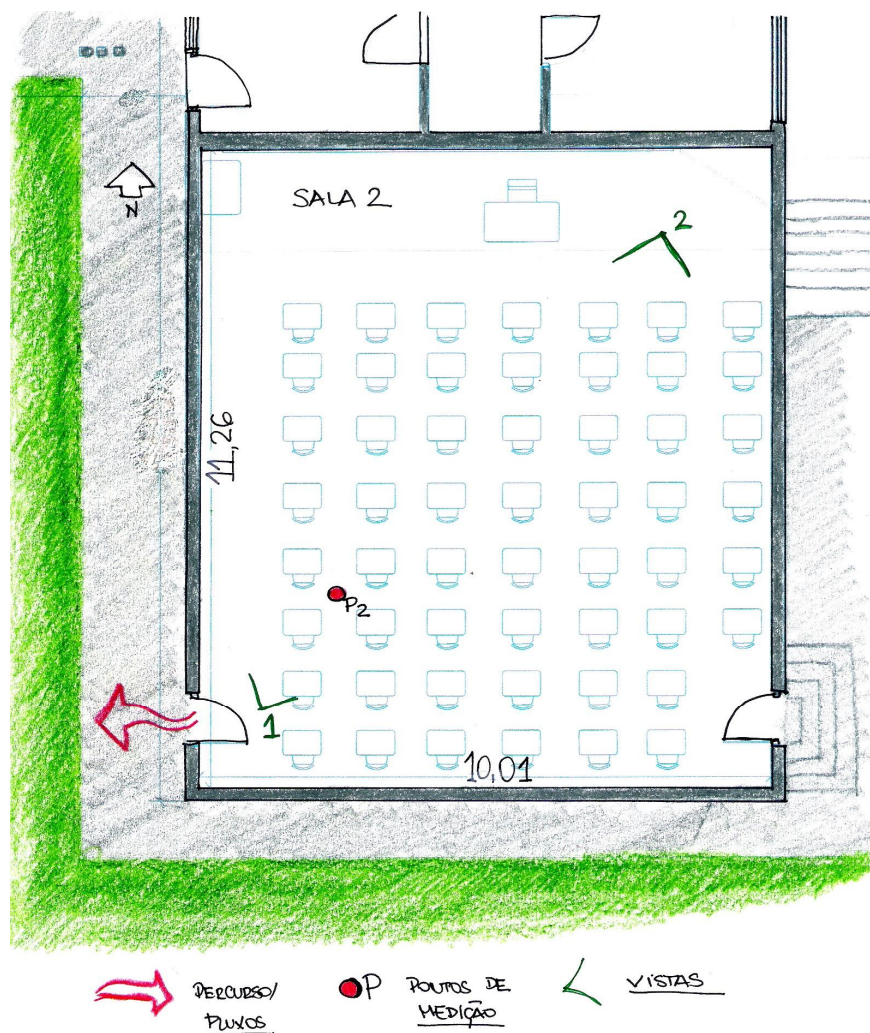


Figura 29 – Croqui da sala 2 do edifício da Hidráulica.



Figura 30 – Vista 1 – Sala com pouca iluminação natural.



Figura 31 – Vista 2 – Vitrôs altos voltados para o Sul, sempre fechados pelo difícil manuseio.

### 5.3.2.3. Área de Transição

A área de transição do edifício da hidráulica se trata de um espaço de aproximadamente 42,00m<sup>2</sup>, com pé-direito de 3,80m.

As fachadas leste e oeste são completamente desobstruídas, permitindo a circulação do ar. A cobertura e piso são de concreto aparente, com parte da cobertura de telha de fibra transparente, permitindo a entrada de luz natural no ambiente.

Existem aí dois bancos de madeira para os usuários e nenhuma vegetação.

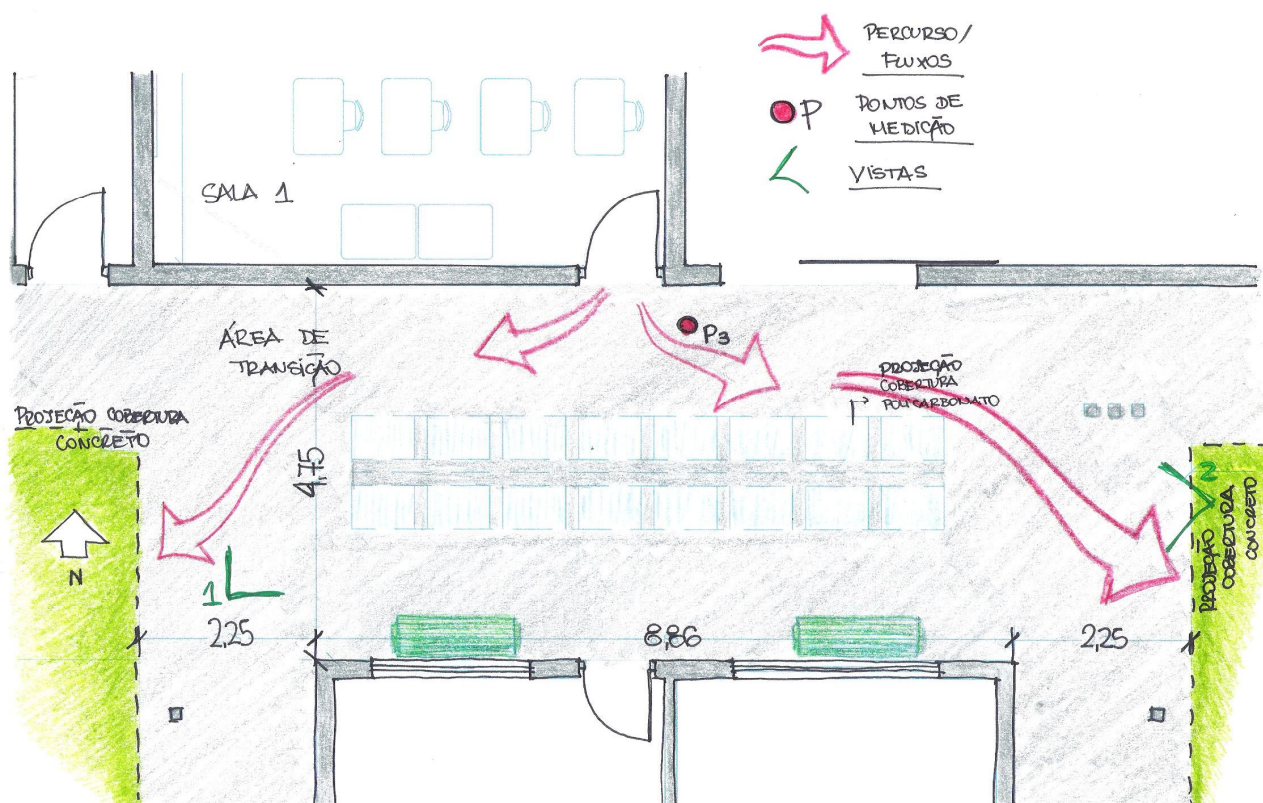


Figura 32 – Croqui da área de transição do edifício da Hidráulica.





*Figura 33 – Vista 1 – Cobertura de concreto com abertura zenital fechada por cobertura de fibra transparente.*



*Figura 34 – Vista 2 – Área de Transição, aberta em duas de suas fachadas, o que promove boa ventilação natural.*

### **5.3.3. ESALQ – Edifício da Zootecnia**

O edifício da Zootecnia da ESALQ está localizado no Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola.

Foram selecionadas para a pesquisa duas salas, sendo uma ligada à área externa através de uma área de transição (uma varanda) e a outra com saída diretamente para a área ensolarada.

A figura 35 apresenta um esquema geral do edifício da zootecnia, com a localização dos ambientes analisados.



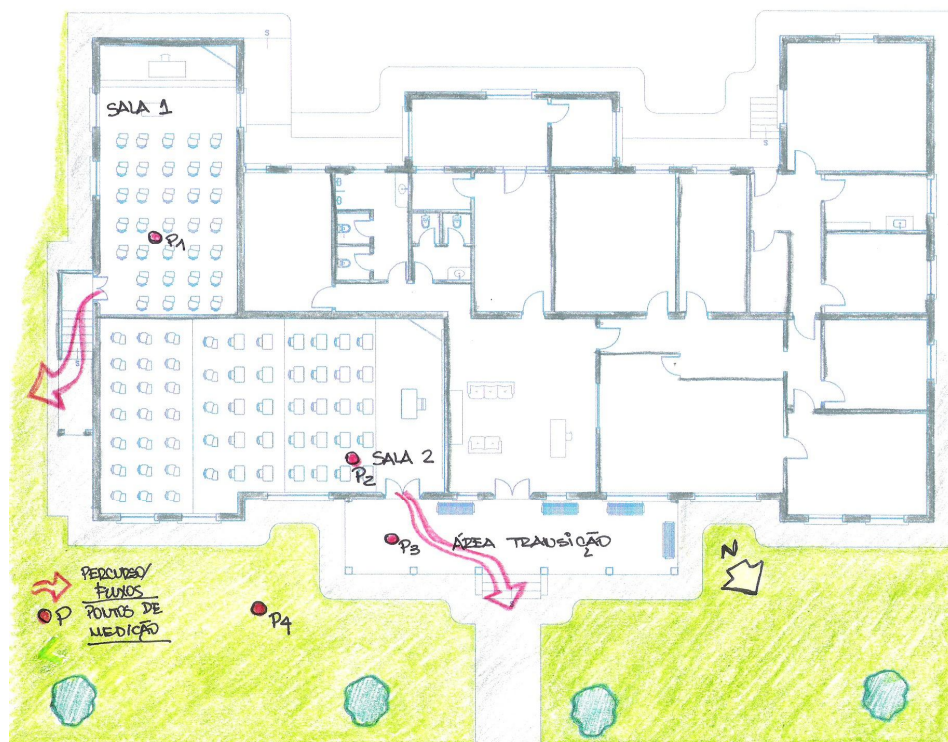


Figura 35 – Croqui esquemático do edifício da Zootecnia.

### 5.3.3.1 Sala 1

A sala 1 do edifício da Zootecnia está localizada na lateral do edifício com saída direta para a área externa, sem ligação com o restante do edifício. Quase todas as suas fachadas recebem radiação solar direta ao longo do dia, mas como as paredes apresentam alto índice de inércia térmica, o ambiente se mantém quase todo o tempo confortável. As paredes externas têm aproximadamente 0,30m de espessura e o pé direito é de 5,00m. São rebocadas e pintadas de branco em ambos os lados. A sala tem no total 71,70m<sup>2</sup>.

O piso é de madeira e os vitrôs são amplos e ficam constantemente abertos, são encontrados em paredes opostas, o que possibilita a ventilação cruzada, como foi possível perceber pela permanência no local.

A cobertura é de telha cerâmica e a laje não é ventilada.

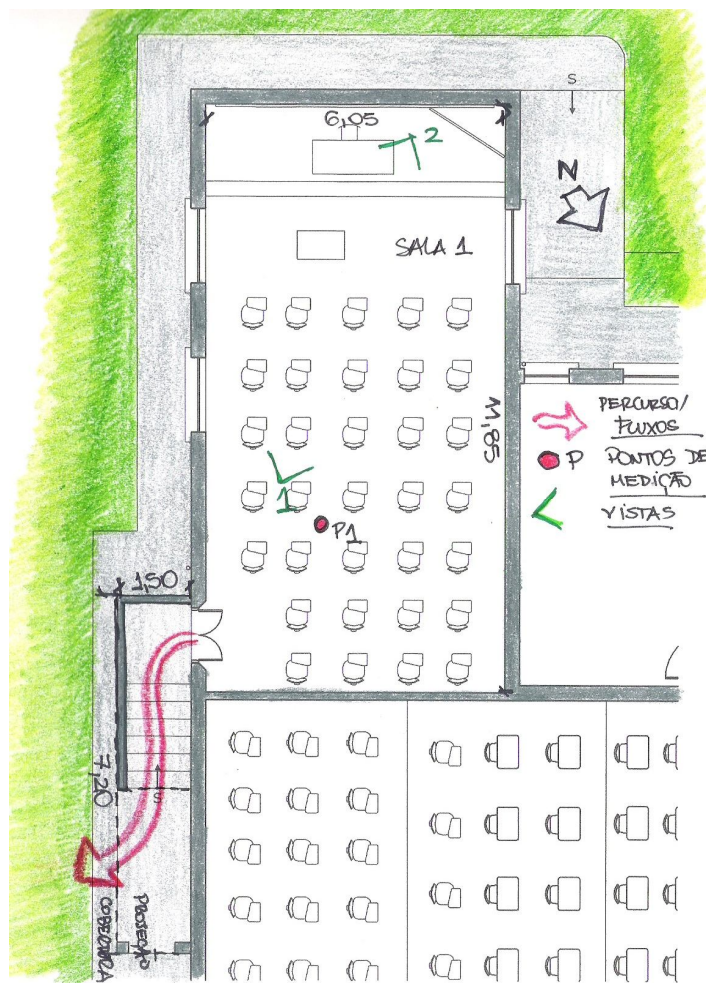


Figura 36 – Croqui esquemático da sala 1 do edifício da Zootecnia.



Figura 37 – Vista 1 –Grandes vitrões voltados para o Noroeste e Sudeste, ajudam na iluminação e ventilação natural.



Figura 38 – Vista 2 – Ao fundo, porta de acesso à área externa.

### 5.3.3.2. Sala 2

A sala 2 do edifício da Zootecnia, maior que a primeira, tem saída para a área externa através de uma área de transição, neste caso uma varanda, que protege apenas uma pequena parte da fachada Nordeste da sala.

Quase metade da área das fachadas está exposta à radiação solar direta. Assim como a sala 1, as paredes desta sala apresentam índice alto de inércia térmica, e tem aproximadamente 0,30m de espessura, com pé direito de 5,00m. São rebocadas e pintadas de branco em ambos os lados. A sala tem área total de 136,40m<sup>2</sup>.

O piso é de madeira e os vitrôs, apesar de amplos e propiciarem boa ventilação e iluminação natural, como foi possível averiguar no local, ficam sempre fechados, inclusive pelas cortinas e ar condicionado é constantemente utilizado.

A cobertura é de telhas cerâmicas e a laje não é ventilada.

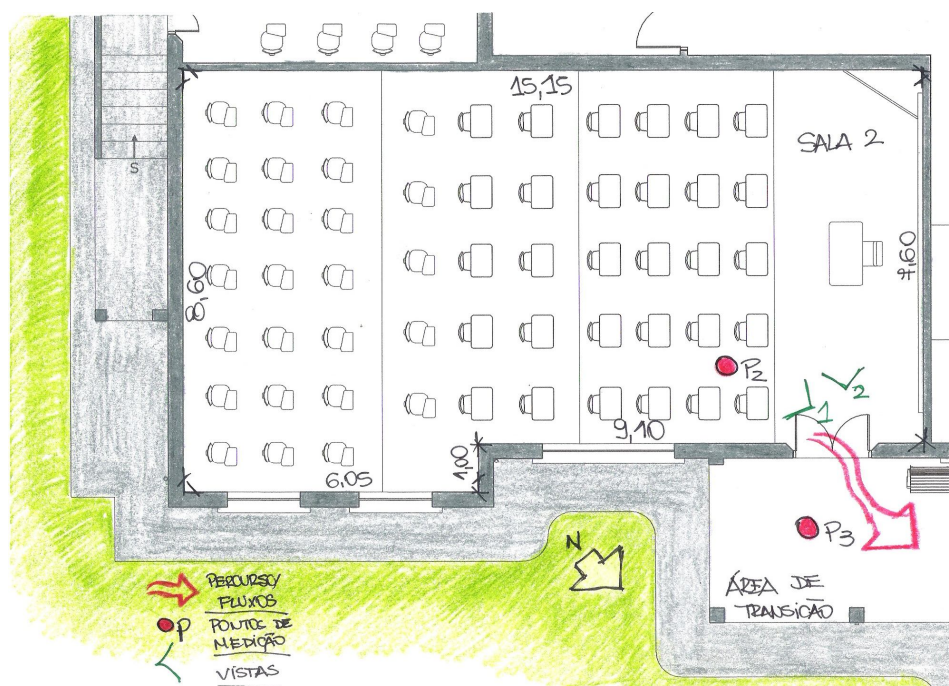


Figura 39 – Croqui esquemático da sala 2 do edifício da Zootecnia.





*Figura 40 – Vista 1 – Sala com pouca  
iluminação natural.*



*Figura 41 – Vista 2 – Aparelhos de ar condicionado  
localizados ao fundo da sala.*

### **5.3.3.3. Área de Transição**

A varanda do edifício da zootecnia é um ambiente amplo, aberto, com boa ventilação e iluminação natural. A cobertura é de telha cerâmica e o pé direito, na sua parte mais alta, tem 4,30m, possui área é de 49,11m<sup>2</sup>.

O piso é de cerâmica vermelha e existem aí bancos para as pessoas se acomodarem. A varanda é toda aberta, voltada para o gramado e algumas árvores, a vista é agradável e o ambiente confortável.

Este ambiente de transição se mostrou bastante vivenciado durante os dias de pesquisa, onde as pessoas passavam algum tempo estudando ou conversando e esperando as aulas

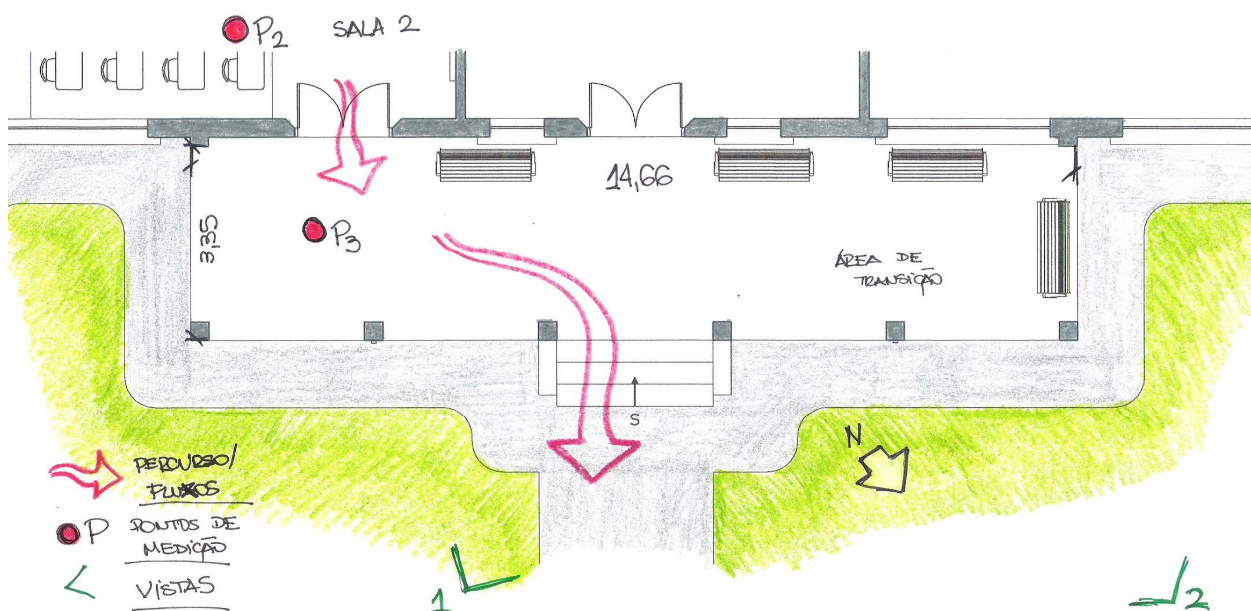


Figura 42 – Croqui esquemático da área de transição do edifício da Zootecnia.



Figura 43 – Vista 1 – Varanda sempre frequentada pelos alunos.



Figura 44 – Vista 2 – Varanda, com alto pé direito e aberturas, diminuindo o desconforto localizado vindo das altas temperaturas radiantes da cobertura.

## 5.4. Equipamentos e Instrumentos de Medição

Após caracterizar os ambientes da pesquisa, são descritos no item 5.4.1. os equipamentos utilizados para obter as variáveis ambientais.

### 5.4.1. Equipamentos de Obtenção das Variáveis Ambientais

Para a medição das variáveis ambientais, foi utilizado um conjunto formado por um tripé, dois aparelhos de aquisição automática de dados (data logger) e um globo negro ligado a um deles por um sensor. Para a medição da velocidade do ar foi utilizado um anemômetro.

A seguir, a descrição dos aparelhos utilizados:

→ **Data Logger – Testo 175-H2 e Testo 175-H1:** O conjunto leva dois destes aparelhos, sendo o primeiro responsável pela medição de temperatura de globo e o segundo pela aquisição da temperatura e umidade relativa do ar. Sua escala de medição vai de -35°C a 70°C com precisão de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  para temperatura e de 0% a 100% e precisão de  $\pm 3\%$  para umidade.



Figura 45– Data Logger.

→ **Globo Negro:** É uma esfera oca de cobre de aproximadamente 1mm de espessura e 0,15m de diâmetro, pintada externamente de preto. Possui um duto cilíndrico destinada à inserção e fixação do sensor que é ligado ao data logger. Seu índice de emissividade é de aproximadamente 0,95.



*Figura 46 – Globo Negro.*

→ **Sensor:** Usado para fazer a conexão entre o globo e o data logger.



*Figura 47 – Sensor.*

→ **Tripé:** De ferro, sustenta todo o conjunto e permite que o aparelho de data logger seja posicionado em diferentes alturas.

→ **Anemômetro – Testo 405-V1:** Utilizado para a medição de velocidade do ar em m/s, pode ser utilizado também para obtenção da temperatura do ar.



*Figura 48 – Anemômetro.*

#### 5.4.2. Instrumento de Obtenção das Variáveis Pessoais - Questionários

Os questionários foram elaborados para fornecer subsídios para avaliação da influência do ambiente no conforto térmico dos usuários, apresentando questões relativas às sensações e impressões de conforto térmico dos entrevistados e dados pessoais.

As variáveis pessoais foram obtidas através de questionários e são as seguintes:

- Sexo, idade, peso e altura;
- Atividade desenvolvida, já que a taxa de metabolismo é a taxa de produção de energia do corpo que varia com a atividade física do usuário, sendo sua unidade o met ( $1 \text{ met} = 58,2 \text{ W/m}^2$ );
- Vestimenta, caracterizada através da sua resistência térmica. Sua unidade é o clo ( $1 \text{ clo} = 0,15 \text{ m}^2 \text{K/W}$ ).
- Sensação e preferência térmica, obtidas através de uma régua que representa a escala de sete pontos do método do Voto Médio Estimado (FANGER, 1970), assim como as escalas anteriormente utilizadas, representadas nas figuras 49 e 50.

Durante a aplicação dos questionários no pré-teste foi possível perceber que os usuários tinham dificuldade para diferenciar os pontos da escala, principalmente entre Muito Calor e Calor e entre e Calor e Pouco Calor e os equivalentes ao Frio.

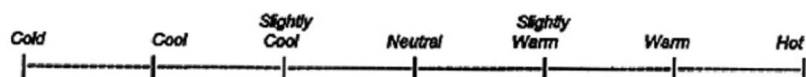
Assim, foi feita a inserção no questionário de uma escala gradual que representasse pontos secundários entre os sete pontos, com a descrição de apenas cinco pontos, sendo dois extremos, dois intermediários e um central, facilitando a compreensão dos usuários e ainda possibilitando uma melhor análise dos resultados já que o cálculo do VME pelo software utilizado para a análise é disponibilizado em números não-inteiros centesimais.



Escalas de sensação e preferência térmica adaptadas já foram utilizadas por Spagnolo e de Dear (2003) e por Humphreys e Hancock (2007), como indicam as figuras 49 e 50.

**Question 1: TEMPERATURE**

Dressed as you are at the moment, please tick the scale to indicate how **YOU** currently feel.



Would you like to be (circle appropriate answer)?

Warmer

No change

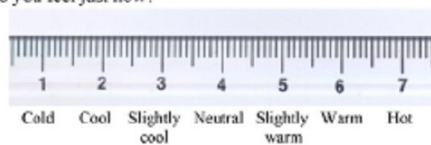
Cooler

Figura 49 - Escalas de sensações térmicas (SPAGNOLO, de DEAR, 2003).

Please fill in this scale:-



How do you feel just now?

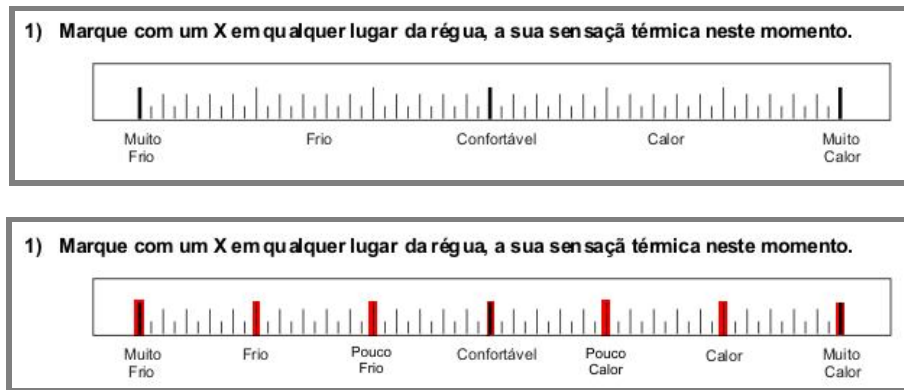


How would you like to feel just now?



Figura 50 - Escalas de sensações térmicas (HUMPHREYS, 2007).

Apesar da mudança visual, a graduação da régua utilizada na pesquisa continua dividida como na escala de sete pontos de Fanger (1970), o que fica claro apenas para quem analisa os questionários, não induzindo os usuários a respostas específicas.



*Figura 51 - Escala de sensação térmica e demonstração dos sete pontos da escala de Fanger (1970) na régua utilizada na pesquisa.*

Para avaliar as impressões causadas pela diferença de temperatura no percurso área interna → área externa e a existência ou não da percepção da diferença desta sensação entre este percurso e o percurso área interna → área de transição → área externa, foram formuladas três perguntas, com respostas de alternativas simples (sim/não).

Foram utilizadas perguntas com respostas descritivas no pré-teste, mas percebeu-se que os usuários estavam mais preocupados em dar uma resposta correta do que expressar sua opinião.

A diferença entre os questionários aplicados nos ateliês da UNIMEP e nas salas de aula da faculdade de Zootecnia e de Hidráulica, da ESALQ, está apenas nas três últimas perguntas, específicas para o tipo de sala e área de transição de cada espaço estudado.

- 4) **Ao sair da sala de aula pela porta de vidro, você sente o choque térmico devido à diferença de temperatura entre o ateliê e a área externa? Faça o teste.**
- ( ) Sim ( ) Não
- 5) **Este choque térmico te incomoda?**
- ( ) Sim ( ) Não
- 6) **Você acha que sair pelo corredor ao invés de sair diretamente pode amenizar este choque térmico? Faça o teste.**
- ( ) Sim ( ) Não

*Figura 52 – Exemplo de perguntas do questionário - referentes ao edifício da UNIMEP.*

A frase *faça o teste* após as perguntas foi inserida também após o pré-teste, já que os alunos estavam respondendo os questionários sem experimentar as sensações. Depois disto, a grande maioria dos entrevistados fez os testes antes de responder às perguntas.

As diferentes montagens dos questionários são encontradas no ANEXO A.

## **5.5. Métodos de Coleta dos Dados**

Os dados foram obtidos em medições nos meses de março e junho de 2008, durante 18 dias, sendo que o pré-teste foi realizado na UNIMEP entre 27 e 29 de novembro de 2007 (com cinquenta e nove questionários), para a avaliação da metodologia, reconhecimento das atividades dos usuários e obtenção do questionário final.

As variáveis ambientais foram obtidas através dos equipamentos apresentados no item 5.4.1., de 15 em 15 minutos, das 9:00h às 16:00h. A velocidade do ar, obtida manualmente, foi calculada pela média de 20 medições, mensuradas a cada 5 segundos, de hora em hora.

A ISO 7726 (1998) recomenda que para medições das variáveis ambientais as alturas dos equipamentos para as pessoas sentadas devem ser: 0,1 m, 0,6 m e 1,1 m do

piso e para pessoas em pé: 0,1m, 1,1m e 1,7m. Para as medições da pesquisa foram utilizadas a altura de 1,1m do piso para as salas de aula e 1,7m do piso para as áreas de transição. Não foram realizadas medições nas três alturas recomendadas devido ao número reduzido de equipamentos disponíveis para a pesquisa.

Foram entrevistados 978 alunos nos edifícios estudados das três faculdades. Os questionários foram aplicados em um horário pela manhã e um pela tarde, sempre que havia atividade nas salas analisadas, para que as aulas não fossem interrompidas muitas vezes. Nas áreas de transição da ESALQ os usuários foram entrevistados enquanto permaneciam ou transitavam por estes ambientes. Na UNIMEP foi aplicado um número reduzido de questionários nas áreas de transição, já que a quantidade de alunos que utilizaram o espaço foi muito pequena.

No capítulo 6, dos resultados, foi apresentada a distribuição da quantidade de questionários aplicados por ambiente e por edifício estudado.

O tipo de vestimenta utilizada pelos entrevistados foi obtido através do questionário e as taxas de metabolismos utilizadas nas análises foram definidas segundo indicações da norma ISO7730 (2005), como mostra a tabela 4, de acordo com as atividades respondidas pelos entrevistados.

*Tabela 4 – Taxas de metabolismo segundo a atividade dos entrevistados.*

<b>Atividade</b>	<b>Taxa Metabólica (met)</b>
Sentado, relaxado (Áreas de Transição)	1,0
Atividade Sedentária (Salas de aula)	1,2
Caminhando em nível a 2 km/h (Áreas de Transição)	1,9

Para a aplicação dos questionários realizou-se a identificação do pesquisador e uma breve explicação dos objetivos da pesquisa, assim como os procedimentos a serem adotados.

## **5.6. Métodos de Análise dos Dados**

Pelos resultados das medições das variáveis ambientais e tabulação dos dados foi possível transformá-los em gráficos e tabelas para análise.

Os dados pessoais foram utilizados para a caracterização da população estudada pela média, desvio padrão, valores máximos e mínimos. Para as análises horárias do VME e PEI, em cada ambiente estudado, foi utilizada a média diária do isolamento da vestimenta de todos os usuários entrevistados.

Para o cálculo da temperatura radiante, do VME e da PEI foi utilizado o software Conforto 2.03 (RUAS, 2002). O software se baseia nas normas ISO 7730 (1994), ISO 8996 (1990), ISO 9920 (1995) e ISO 7726 (1998), avaliando o conforto térmico através das variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade relativa e velocidade do ar) e das variáveis pessoais (vestimentas e atividade desenvolvida), obtidas nas medições. A temperatura operativa foi calculada através de planilha eletrônica.

A figura 53 mostra um esquema das variáveis de entrada e dos resultados obtidos pelo software.

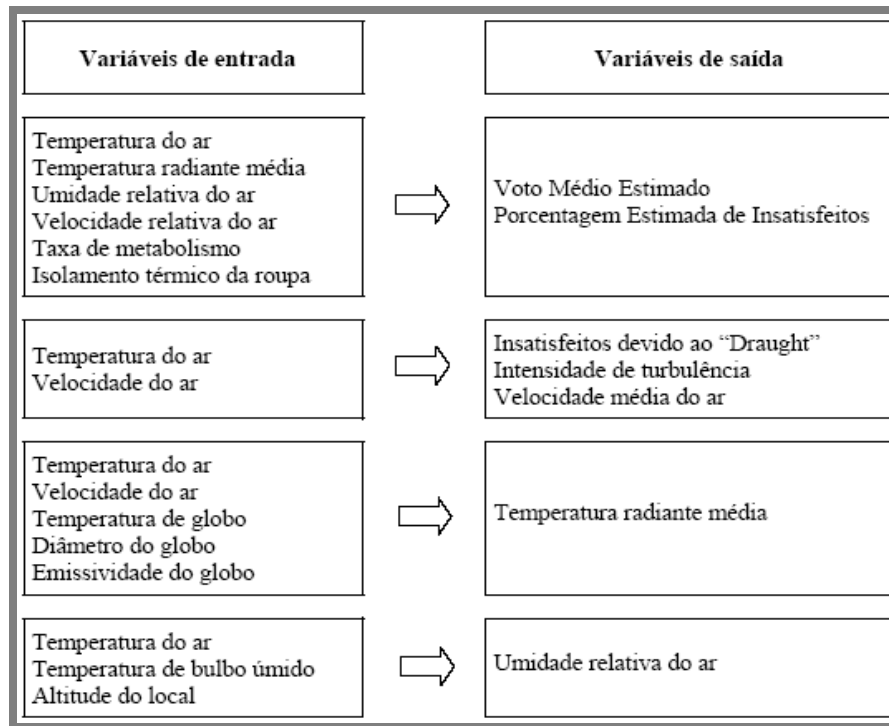


Figura 53 – Esquema das variáveis de entrada para os cálculos realizados pelo software Conforto 2.03.

FONTE: GOUVEA (2004).

As respostas dos alunos em relação à passagem interior → exterior ou interior → transição → exterior, foram convertidas em gráficos de porcentagem, para análise das diferenças entre os ambientes que apresentavam ou não áreas de transição, tornando possível a compreensão da importância destas para a sensação de conforto dos usuários nestes percursos.

As análises dos questionários não foram apresentadas divididas em períodos de manhã e tarde, uma vez que a análise principal da pesquisa, que é a das sensações e percepções em relação ao percurso área interna → externa, não apresentou grandes diferenças em relação a estes períodos e os gráficos de temperatura operativa e do ar da média dos três dias de medição, apresentados junto aos resultados, são suficientes para a análise do comportamento térmico dos ambientes.

## 6. RESULTADOS

Neste item são apresentados os resultados obtidos pela análise dos dados de todo o período de medições, para o mês de março, período mais quente, e junho, período mais frio, de 2008, nas três instituições estudadas, durante os dias indicados pela tabela 5.

*Tabela 5 – Dias de medição selecionados para análise.*

Local Avaliado	Março	Junho
UNIMEP	04 – 05 – 06	04 – 05 – 09
ESALQ – Hidráulica	10 – 19 – 20	10 – 11 – 12
ESALQ – Zootecnia	25 – 26 – 27	17 – 19 – 20

Foram selecionados no total, para a análise dos dados das medições do mês de março, 427 questionários, distribuídos segundo a tabela 6.

*Tabela 6 – Distribuição da quantidade de questionários selecionados para análise, entre os aplicados durante as medições do mês de março.*

	UNIMEP	ESALQ - Hidráulica	ESALQ - Zootecnia
Salas de Aula	118	98	93
Áreas de Transição	0	65	53
Total	118	163	146

Não foram aplicados questionários nas áreas de transição da UNIMEP nesta fase da pesquisa, já que foram ambientes muito pouco utilizados.

Para a análise dos dados das medições do mês de junho, foram selecionados 551 questionários, distribuídos segundo a tabela 7.

*Tabela 7 – Distribuição da quantidade de questionários selecionados para análise, entre os aplicados durante as medições do mês de junho.*

	UNIMEP	ESALQ - Hidráulica	ESALQ - Zootecnia
Salas de Aula	138	150	113
Áreas de Transição	22	66	62
Total	160	216	175

Apesar da quantidade de questionários aplicados na área de transição da UNIMEP ser muito pequena, estes foram inseridos na pesquisa devido aos comentários que acompanharam as respostas de sensação térmica que, apesar da amostra não significativa, podem trazer alguma contribuição para as conclusões do estudo.

Foram selecionados para análises um total 978 questionários.

## 6.1. Análise dos dados Antropométricos e Individuais

Para melhor compreensão da caracterização da população estudada nas três faculdades e para efeito de comparação, os resultados das análises dos dados antropométricos e individuais foram apresentados lado a lado, separados por períodos de maior calor (março) e temperaturas mais amenas (junho).

### 6.1.1. Medições de Março de 2008

A tabela 8, dos dados antropométricos da população estudada, mostra que a idade média dos usuários entrevistados no edifício da UNIMEP é menor em relação à dos usuários dos prédios da ESALQ. Esta afirmação provavelmente se deve ao fato de que todas as aulas ministradas na primeira faculdade eram de graduação, enquanto na segunda, a maior parte era de aulas da pós-graduação, as idades máximas representam professores e funcionários que também foram entrevistados.

Tabela 8 – Dados antropométricos da população estudada durante o mês de março de 2008.

	UNIMEP			ESALQ – Hidráulica			ESALQ - Zootecnia		
	Idade (anos)	Altura (m)	Peso (kg)	Idade (anos)	Altura (m)	Peso (kg)	Idade (anos)	Altura (m)	Peso (kg)
<b>Média</b>	<b>22,6</b>	<b>1,68</b>	<b>62,4</b>	<b>26,6</b>	<b>1,72</b>	<b>68,6</b>	<b>26,1</b>	<b>1,70</b>	<b>70,6</b>
Desvio Padrão	5,1	0,07	12,0	3,9	0,10	15,3	6,5	0,11	14,7
Máxima	49	1,88	96,0	45	1,95	110,0	61	1,98	114,0
Mínima	18	1,52	45,0	21	1,52	45,0	20	1,36	43,0



Em relação à distribuição do sexo entre os entrevistados, a figura 54 mostra que existe grandes diferenças entre as três faculdades, sendo que a maior parte da população da pesquisa na UNIMEP é de mulheres e a do edifício da Hidráulica na ESALQ de homens, enquanto na faculdade da Zootecnia existe uma divisão equilibrada.

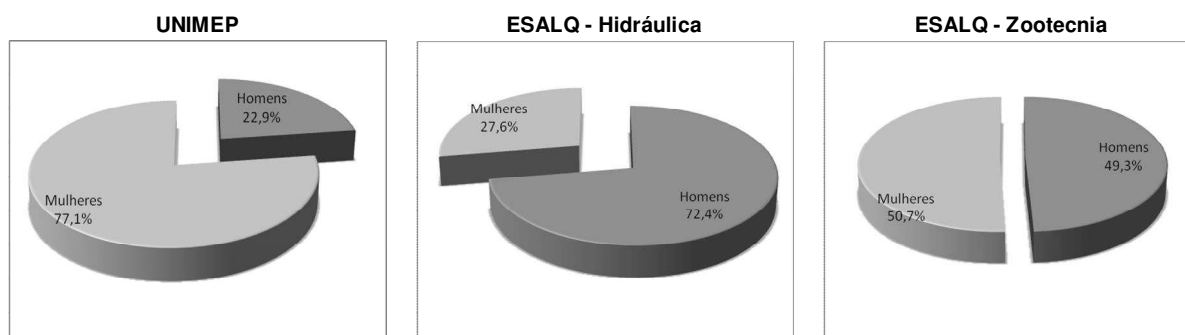


Figura 54 – Distribuição quanto ao sexo da população estudada no mês de março de 2008.

Uma importante pesquisa de Fanger (1967), mostrou que diferenças entre sexo e idade da população interferem muito pouco nos resultados da análise de conforto pelo VME. Além disso, a média das sensações térmicas entre homens e mulheres na amostra da atual pesquisa não apresentou diferenças significativas.

Quanto ao isolamento das vestimentas, os valores médios apresentados na tabela 9 representam vestimenta leve, comumente utilizada no período de verão/outono para o clima tropical de altitude, característico das áreas estudadas, sendo que a diferença de aproximadamente 0,08 clo da UNIMEP para a ESALQ pode ser explicada pelo fato de que os alunos da pós-graduação, em sua maioria, vestem-se de forma mais social, mesmo com temperaturas altas.

Tabela 9 – Isolamento térmico das vestimentas da população estudada no mês de março de 2008.

		UNIMEP	ESALQ - Hidráulica	ESALQ - Zootecnia
I <sub>cl</sub> (clo)	Média	0,42	0,50	0,49
	Desvio Padrão	0,10	0,10	0,08
	Máxima	0,79	0,60	0,82
	Mínima	0,25	0,20	0,25

### 6.1.2. Medições de Junho de 2008

Assim como os resultados das medições de março, a tabela 10 mostra que a idade média dos usuários da UNIMEP é menor em relação à dos entrevistados dos edifícios da ESALQ.

Tabela 10 – Dados antropométricos da população estudada durante o mês de junho de 2008.

	UNIMEP			ESALQ - Hidráulica			ESALQ - Zootecnia		
	Idade (anos)	Altura (m)	Peso (kg)	Idade (anos)	Altura (m)	Peso (kg)	Idade (anos)	Altura (m)	Peso (kg)
<b>Média</b>	<b>21,5</b>	<b>1,70</b>	<b>65,5</b>	<b>25,6</b>	<b>1,72</b>	<b>69,8</b>	<b>27,5</b>	<b>1,70</b>	<b>69,2</b>
Desvio Padrão	4,8	0,09	13,6	5,9	0,09	12,6	6,8	0,11	14,6
Máxima	54,0	1,93	124,5	56,0	1,98	100,0	56,0	2,00	110,0
Mínima	17,0	1,55	43,0	18,0	1,50	44,0	18,0	1,40	45,0

A figura 55 mostra que a distribuição do sexo nas três instituições neste período da pesquisa também se assemelha ao mês de março, novamente a UNIMEP apresenta um número maior de mulheres, a ESALQ - Hidráulica de homens e a ESALQ - Zootecnia equilíbrio entre ambos os sexos.

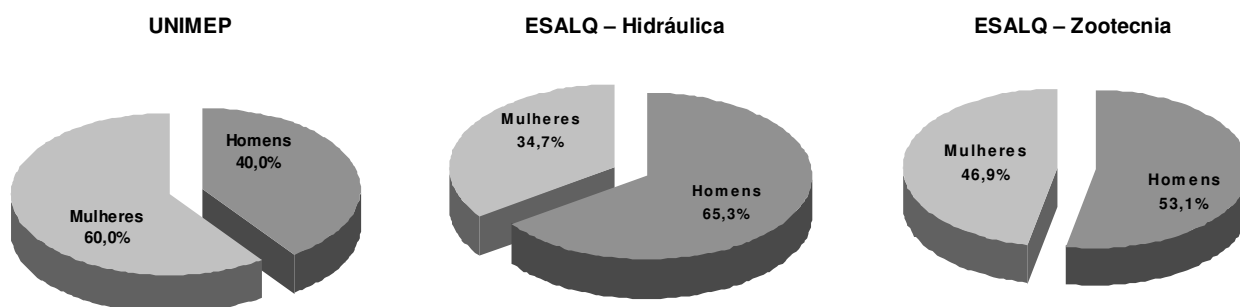


Figura 55 – Distribuição quanto ao sexo da população estudada no mês de junho de 2008.

Os valores médios de isolamento da vestimenta apresentados na tabela 11, apesar de serem maiores que os encontrados nas medições anteriores, representam ainda vestimenta leve, já que no mês de junho ocorre a transição da estação do outono

para o inverno, época em que nas cidades de clima tropical de altitude as temperaturas começam a cair, mas ainda estão bastante amenas.

A diferença entre a média do isolamento térmico do edifício da hidráulica de 0,59, em relação aos outros dois estudados (0,71 e 0,72), provavelmente se deve ao fato de que a média das temperaturas externas obtidas nos três dias de medição no edifício da hidráulica foi a mais alta entre os três ambientes, no período de medições de junho.

*Tabela 11 – Isolamento térmico das vestimentas da população estudada no mês de junho de 2008.*

		UNIMEP	ESALQ - Hidráulica	ESALQ - Zootecnia
I <sub>cl</sub> (clo)	Média	0,71	0,59	0,72
	Desvio Padrão	0,20	0,13	1,42
	Máxima	1,31	0,96	0,48
	Mínima	0,26	0,32	0,18

## 6.2. Análise das Variáveis Ambientais e Questionários

Para as análises das variáveis ambientais e questionários os dados foram apresentados por faculdade e na ordem dos meses de medições para facilitar a comparação das análises entre os diferentes períodos.

### 6.2.1. UNIMEP – Medições de Março de 2008

A tabela 12 apresenta as médias, máximas e mínimas das variáveis ambientais para o período das 9:00 às 16:00, dos 3 dias de medição nos ambientes do edifício da UNIMEP.

*Tabela 12 – Dados ambientais obtidos nas medições dos ambientes estudados na UNIMEP para o mês de março de 2008.*

		Área Externa	Área de Transição (Corredor)	Área de Transição Externa	Ateliê 1	Ateliê 2
Temperatura do Ar (°C)	Média	<b>31,1</b>	<b>30,6</b>	<b>34,8</b>	<b>29,0</b>	<b>28,7</b>
	Máxima	33,9	32,9	39,4	30,9	30,9
	Mínima	26,0	26,0	26,6	25,9	26,2
Temperatura Radiante Média (°C)	Média	<b>59,2</b>	<b>31,9</b>	<b>42,14</b>	<b>28,9</b>	<b>28,9</b>
	Máxima	82,6	34,8	50,1	30,6	31,4
	Mínima	41,9	25,8	26,0	25,7	26,5
Temperatura Operativa (°C)	Média	<b>41,9</b>	<b>31,2</b>	<b>38,3</b>	<b>28,9</b>	<b>28,8</b>
	Máxima	46,9	33,4	44,8	30,8	31,2
	Mínima	36,7	25,9	26,4	25,9	26,4
Umidade Relativa (%)	Média	<b>45,08</b>	<b>46,7</b>	<b>38,8</b>	<b>51,0</b>	<b>55,7</b>
	Máxima	64,7	67,3	62,9	67,3	79,6
	Mínima	34,1	31,4	26,6	36,4	38,2
Velocidade do Ar (m/s)	Média	<b>0,99</b>	<b>0,17</b>	<b>0,20</b>	<b>0,08</b>	<b>0,10</b>
	Máxima	3,89	1,42	0,31	0,33	0,87
	Mínima	0,09	0,04	0,05	0,00	0,00

Pela tabela 12 é possível perceber que a diferença entre a temperatura média do ar dos ateliês e da área externa é de aproximadamente 2,0°C. Esta diferença, relativamente pequena, mostra que os ateliês apresentam altas temperaturas ao longo do dia, com máxima de 30,9°C para ambas as salas.

Já as temperaturas operativa e radiante, que avaliam melhor a sensação térmica, apresentam maior discrepância com as externas, sendo que a diferença entre a máxima atingida pela temperatura operativa do ateliê 2 e da área externa chega à 15,7°C (considerando os 3 dias de medições separadamente).

Os gráficos da figura 56 mostram a média das temperaturas operativa e do ar, para a área externa e os dois ateliês, durante os dias de medição.

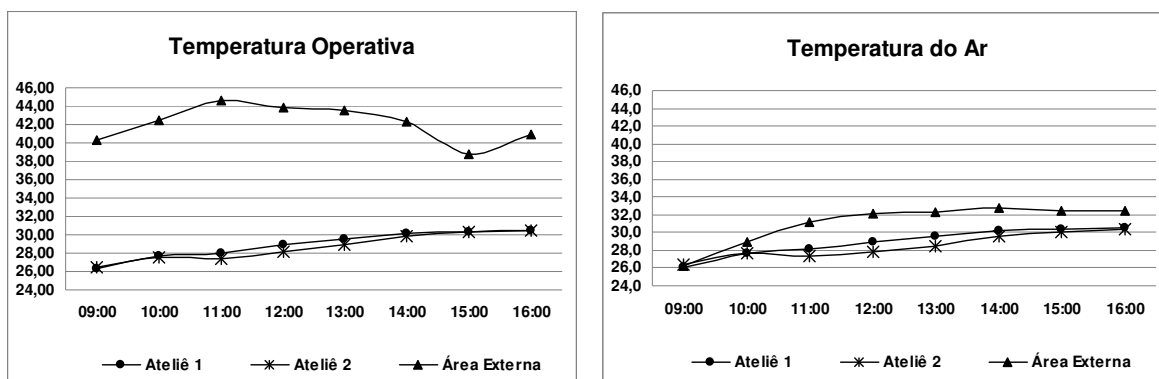


Figura 56 – Gráficos de temperatura operativa e do ar para os ateliês de aula e a área externa para o mês de março de 2008.

É possível, através dos gráficos da figura 57, visualizar que as temperaturas do ar nos ateliês acompanham a variação da externa, com valores muito próximos destas, caracterizando um ambiente quente e desconfortável. A tabela 13 confirma esta afirmação, já que o VME médio para os ateliês é de 1,2 e 1,1, com PEI de 37,8% e 34,0%, valores acima dos indicados para a zona de conforto segundo a norma ISO 7730 (2005). A tabela mostra ainda que os valores de sensação térmica são bem próximos do VME e também demonstram sensação de desconforto.

Tabela 13 – Variáveis ambientais, Voto Médio Estimado e Porcentagem de Insatisfeitos para os ateliês de aula para o mês de março de 2008.

Média dos dias 04, 05 e 06 de março de 2008									
Ateliê 1					Ateliê 2				
M(met)=1 - Icl(clo)= 0,42					M(met)=1 - Icl(clo)= 0,42				
	VME	PEI (%)	Sensação Térmica	Preferência Térmica		VME	PEI (%)	Sensação Térmica	Preferência Térmica
<b>Média</b>	<b>1,2</b>	<b>37,8</b>	<b>1,1</b>	<b>-0,9</b>	<b>Média</b>	<b>1,1</b>	<b>34,0</b>	<b>1,0</b>	<b>-1,0</b>
<b>Máx</b>	<b>1,7</b>	<b>62,0</b>	<b>2,5</b>	<b>1,6</b>	<b>Máx</b>	<b>1,7</b>	<b>63,0</b>	<b>2,5</b>	<b>0</b>
<b>Mín</b>	<b>0,3</b>	<b>7,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-2,5</b>	<b>Mín</b>	<b>0,5</b>	<b>9,0</b>	<b>0</b>	<b>-2,3</b>

Pelos gráficos da figura 57, é possível avaliar a sensação causada pela diferença de temperatura no percurso área interna → área externa, e a existência ou não de percepção da diferença desta sensação entre este percurso e o percurso área

interna→área de transição (corredor)→área externa, em relação aos dados obtidos em entrevistas durante os três dias de medição, ao longo do dia.

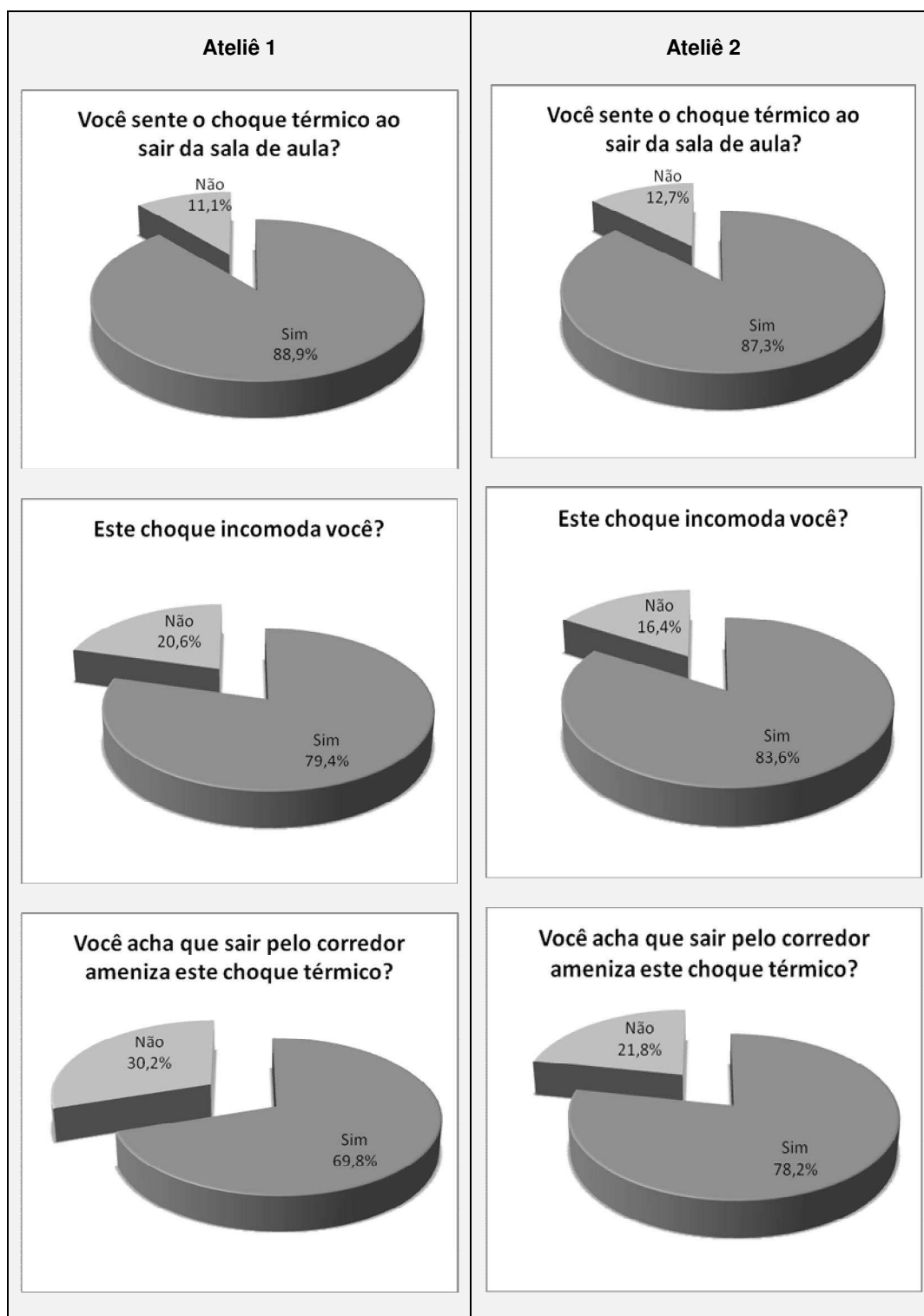


Figura 57 – Gráficos de avaliação das impressões dos entrevistados o mês de março de 2008.

Os gráficos da figura 57 apontam que a maior parte dos entrevistados sente o choque térmico da passagem interior → exterior e para a maioria dos que percebem este choque, esta sensação é de incômodo.

As análises também mostram que grande parte dos entrevistados percebe que ao atravessar a área de transição (corredor) para sair para a área externa, ao invés de saírem diretamente expondo-se à radiação solar direta, a sensação do choque térmico é amenizada.

Na tabela 14 a média das repostas para os dois ateliês:

*Tabela 14– Média das porcentagens de repostas dos entrevistados para os dois ateliês durante os três dias de medição ao longo do dia o mês de março de 2008.*

	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Você sente o choque térmico ao sair da sala de aula?	88,1%	11,9%
Este choque incomoda você?	81,4%	18,6%
Você acha que sair pelo corredor ameniza este choque térmico?	73,7%	26,3%

A tabela 14 mostra que, independente do ateliê analisado, a grande maioria dos usuários representada por 88,1% do total de entrevistados (104 pessoas do total de 118), percebe que ao mudar de um ambiente com uma temperatura mais amena que o outro o corpo experimenta uma sensação de choque térmico. Essa sensação pode ser perceptível pela diferença de temperatura (principalmente da temperatura radiante) existente entre a área interna e externa.

A análise da tabela 13, do VME, apontou valores de 1,2 e 1,1 para o Ateliê 1 e 2 respectivamente. Assim, percebe-se claramente que os usuários ao transitarem entre as salas de aula e a área externa, mudam rapidamente de uma situação que já é de desconforto (indicação da norma ISO 7730 de 2005), para uma situação de stress térmico ( $VME > 3,0$ ), existente na área externa como mostra a tabela 15.

Tabela 15 – Voto médio estimado da área externa o mês de março de 2008.

Média dos dias 04, 05 e 06 de março de 2008	
Área externa - Unimep	
M(met)=1,9 - Icl(clo)=0,42	
	VME
Média	> 3,0 – Stress Térmico

A preferência dos entrevistados em percorrer o trajeto da área de transição como forma de amenizar o choque térmico e a sensação de desconforto que este traz, pode ser explicada pelas diferenças no VME dos ambientes, que são menores no percurso da área de transição do que no percurso que leva o usuário diretamente para a área externa.

A tabela 16 mostra que o VME médio da área de transição é de 1,9, ou seja, maior que dos ateliês (1,1 e 1,2) e menor que da área externa (> 3,0), caracterizando um ambiente de transição, que possibilita uma melhor adaptação do usuário às mudanças sucessivas de temperatura, reduzindo a sensação brusca de choque térmico.

Tabela 16 – Voto médio estimado e porcentagem de insatisfeitos da área de transição (corredor) o mês de março de 2008.

Média dos dias 04, 05 e 06 de março de 2008		
Unimep - Área de Transição		
M(met)= 1,2 - Icl(clo)=0,42		
	VME	PEI (%)
Média	1,9	67,8
Máx	2,6	94,0
Mín	0,1	5,0

A segunda área de transição estudada na UNIMEP, chamada aqui de área de transição externa, é um caso a parte na pesquisa. Este espaço foi criado para servir de área de convívio para os alunos, um local onde se pode permanecer durante os intervalos de aula ou horas livres. Nas figuras 58 e 59 podemos observar as paredes compostas de mosaicos, um pequeno jardim central e bancos de alvenaria ao seu redor, evidenciando que o espaço foi criado para a permanência dos alunos.





Figura 58 – Área de Transição Externa, sendo utilizada pelos alunos durante a manhã.



Figura 59 – Estrutura de ligação da área de transição externa e da área de transição (corredor).

A área de transição externa é ligada ao edifício através da estrutura metálica coberta por policarbonato mostrada na figura 59, por onde existe direto acesso à outra área de transição (corredor) e consequente acesso aos ateliês.

Como é possível observar no gráfico da figura 60, a temperatura do ar na área de transição externa se mantém durante todo o dia mais elevada que a temperatura da área externa. Apesar de se encontrar, no início do dia (entre 9:00h e 10:00h), próxima das temperaturas da área de transição (corredor) e externa, ao longo do dia aumenta consideravelmente, ultrapassando os 38°C, enquanto sua temperatura operativa, pela tarde, chega a ultrapassar a temperatura operativa da área externa que recebe radiação solar direta.

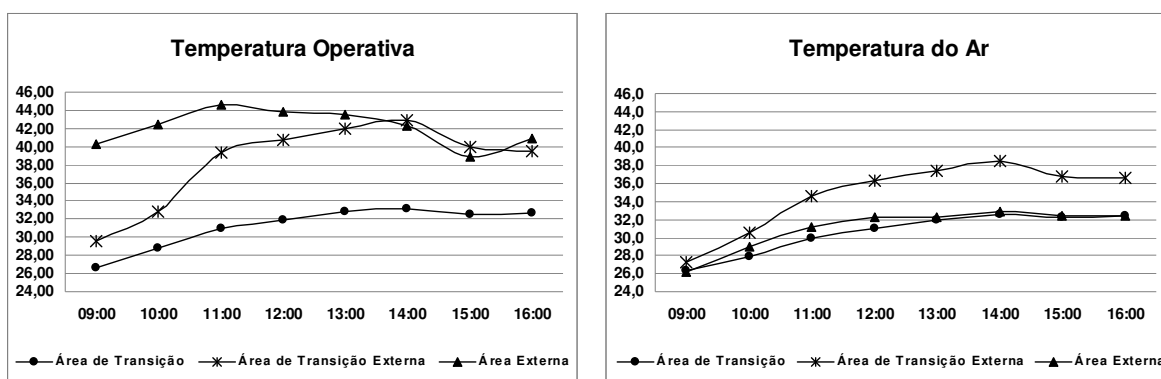


Figura 60 – Gráficos de temperatura operativa e do ar para as áreas de transição e área externa o mês de março de 2008

Como mostra a tabela 17, as temperaturas obtidas neste ambiente, durante os três dias de medição, mostram que o lugar é muito desconfortável, com  $VME > 3,0$ , caracterizando situação de stress térmico, que normalmente ocorre apenas na área externa onde existe radiação solar direta.

*Tabela 17 –Voto médio estimado da área de transição externa o mês de março de 2008.*

Média dos dias 04, 05 e 06 de março de 2008	
Unimep - Área de Transição Externa	
M(met)= 1,2 - Icl(clo)= 0,42	
	VME
<b>Média</b>	<b>&gt; 3,0 – Stress Térmico</b>

As altas temperaturas e altos índices de desconforto térmico encontrados na área de transição se devem ao efeito estufa causado pela cobertura de todo o ambiente por placas de policarbonato, que funciona como um grande painel radiante (LABAKI et. al., 1999). Desta forma, mesmo permanecendo na área sombreada, é possível sentir grande desconforto devido às altas temperaturas radiantes, ficando claro também o efeito de desconforto localizado que vem da cobertura.

## 6.2.2. UNIMEP – Medições de Junho de 2008

A tabela 18 mostra os valores médios, máximos e mínimos para as variáveis ambientais obtidas nas medições de junho nos ambientes estudados da UNIMEP.

*Tabela 18 – Dados ambientais obtidos nas medições dos ambientes estudados na UNIMEP para o mês de junho de 2008.*

		Área Externa	Área de Transição (Corredor)	Área de Transição Externa	Ateliê 1	Ateliê 2
Temperatura do Ar (°C)	Média	24,6	22,6	24,3	22,1	22,6
	Máxima	30,3	25,0	30,8	24,2	24,8
	Mínima	18,2	19,7	19,6	19,8	18,9
Temperatura Radiante Média (°C)	Média	38,5	23,3	26,2	22,1	23,8
	Máxima	79,0	26,0	36,3	24,2	30,8
	Mínima	18,0	18,3	19,4	19,4	18,4
Temperatura Operativa (°C)	Média	29,6	22,9	25,1	22,3	23,2
	Máxima	42,4	25,3	32,2	25,4	26,9
	Mínima	18,3	19,7	19,5	19,6	18,7
Umidade Relativa (%)	Média	67,4	76,5	66,2	78,8	70,7
	Máxima	97,9	91,4	89,0	98,9	86,6
	Mínima	41,3	55,9	42,7	49,0	53,3
Velocidade do Ar (m/s)	Média	0,59	0,33	0,38	0,09	0,06
	Máxima	1,77	0,69	0,56	0,25	0,09
	Mínima	0,29	0,10	0,27	0,02	0,02

As médias de temperatura do ar para as medições do mês de junho apresentaram-se menores do que para o mês de março nos ambientes analisados no edifício da arquitetura da UNIMEP, já que as temperaturas para junho geralmente são mais baixas, devido a aproximação do inverno, mas ainda assim se apresentam amenas, características da estação de outono.

Os gráficos da figura 61 das médias de temperatura do ar para os ateliês e área externa mostram que as temperaturas das salas acompanham as externas, uma vez que os ateliês apresentam pouca massa térmica.

Na análise das medições de março foi possível perceber que esse comportamento térmico dos ateliês criava um ambiente desconfortável, já que as temperaturas do ar externas muito altas eram sentidas também nas salas de aula. Já para os dias de

medição de junho esse comportamento se mostrou favorável, uma vez que as temperaturas, acompanhando as externas, mantiveram as salas confortáveis e não frias.

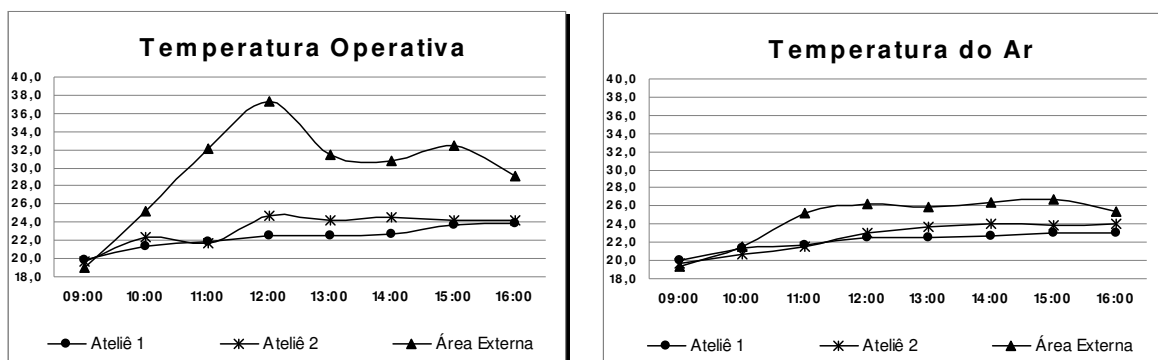


Figura 61 – Gráficos de temperatura operativa e do ar para os ateliês de aula e a área externa para o mês de junho de 2008.

A tabela 25 comprova a afirmação anterior, já que o VME médio para os ateliês é de -0,10 e 0,09, valores dentro da zona de conforto estabelecida pela ISO 7730 (2005). A média da Sensação Térmica se aproxima muito do VME calculado, também dentro da zona de conforto.

Tabela 19 – Voto médio estimado, porcentagem de insatisfeitos, sensação e preferência térmica para os ateliês de aula para o mês de junho de 2008.

Média dos dias 04, 05 e 09 de junho de 2008									
Ateliê 1					Ateliê 2				
M(met)=1,2 - Icl(clo)= 0,71					M(met)=1,2 - Icl(clo)= 0,71				
	VME	PEI (%)	Sensação Térmica	Preferência Térmica		VME	PEI (%)	Sensação Térmica	Preferência Térmica
Média	-0,10	10,6	-0,19	0,11	Média	0,09	11,7	-0,04	0,06
Máxima	0,25	18,0	2,20	2,00	Máx	1,02	29,0	2,20	2,00
Mínima	-0,81	5,0	-1,50	-2,20	Min	-1,07	5,0	-1,60	-2,20

A figura 62 apresenta os gráficos que avaliam as sensações e percepções durante o percurso área interna → área externa.

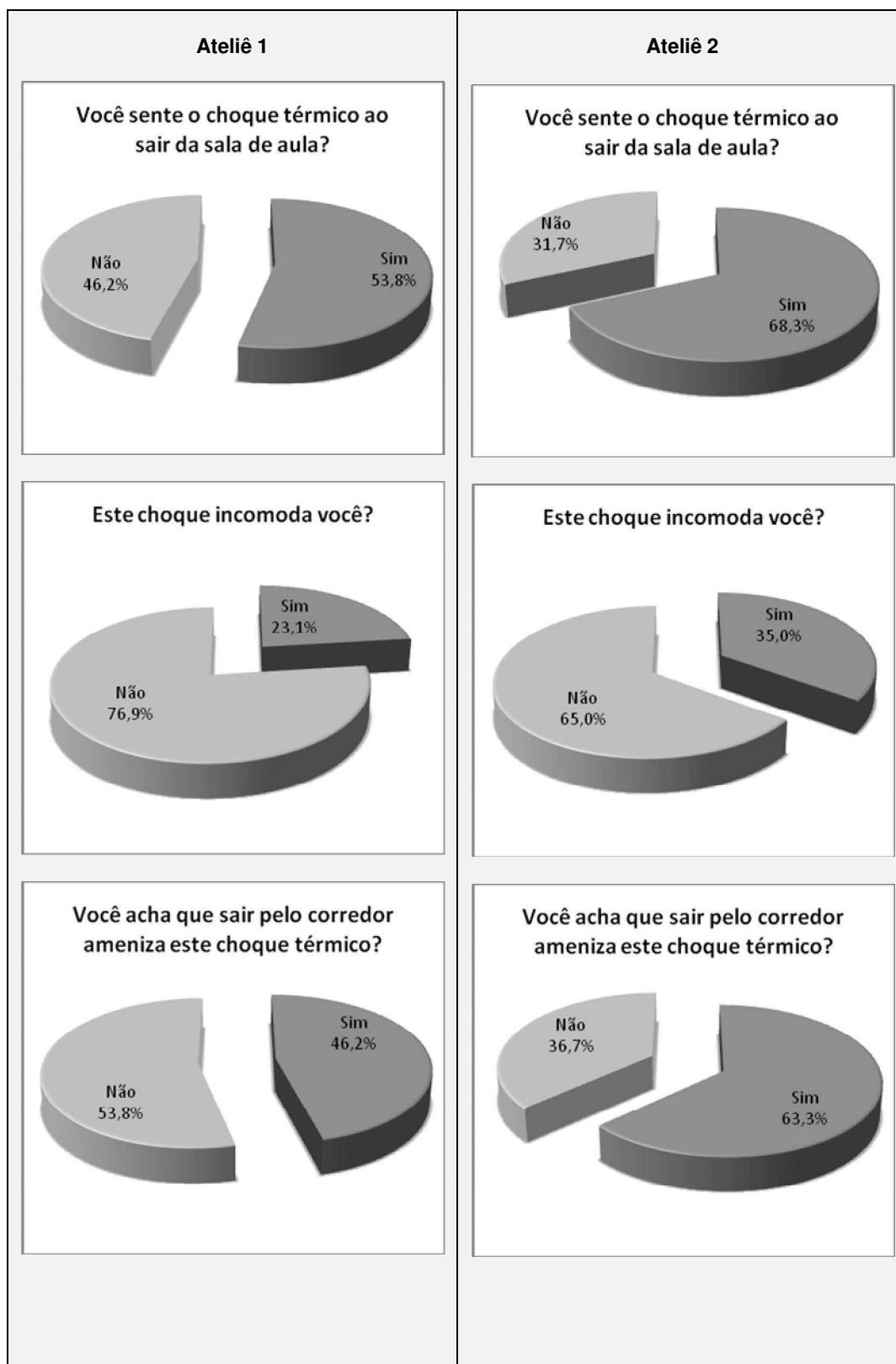


Figura 62 – Gráficos de avaliação das impressões dos entrevistados para o mês de junho de 2008.

Durante este período de medições, pode-se perceber que a quantidade de entrevistados que percebe o choque térmico foi menor em relação as medições de março. Desta vez, ao sair da sala de aula, os entrevistados experimentaram uma mudança de temperatura menor do que em março, quando a média das temperaturas operativas da área externa era de 41,9°C e dos ateliês de 28,9°C (tabela 12), uma diferença de 13,0°C, que em junho foi de aproximadamente 7,0°C (através dos valores da tabela 18).

Além da diferença das médias de temperaturas serem menores para este período de medições, o fato da média de temperatura operativa da área externa ser mais baixa, em média 29,6°C (contra 41,9°C do mês de março), justifica um número menor de alunos ter percebido o choque térmico e também que a sensação de incômodo causada por este é consideravelmente menor, já que temperaturas operativas menores significam temperaturas radiantes também menores, e conseqüente menor desconforto causado pelo efeito da radiação solar direta.

A quantidade de usuários que percebe que o percurso pela área de transição ameniza o choque térmico também foi menor, provavelmente pelo fato de que já que a sensação de incômodo é menor, a importância dada para um percurso que amenize esta sensação também se reduz.

A tabela 20 mostra ainda que a média do VME da área de transição (0,68) é ainda um valor intermediário entre a média da área externa (1,38) e das salas de aula (-0,10 e 0,09, segundo a tabela 19), configurando ainda um ambiente de transição, que auxilia na adaptação do usuário às mudanças de temperatura.

Tabela 20 – Voto médio estimado e porcentagem de insatisfeitos para a área externa e área de transição para o mês de junho de 2008.

Média dos dias 04, 05 e 09 de junho de 2008					
Área Externa			Área de Transição (Corredor)		
M(met)=1,9 - lcl(clo)= 0,71			M(met)=1,9 - lcl(clo)= 0,71		
	VME	PEI (%)		VME	PEI (%)
Média	1,38	47,3	Média	0,68	16,6
Máxima	3,00	-	Máxima	1,08	29,0
Mínima	-0,25	5,0	Mínima	0,06	5,0

A área de transição externa, que nas análises de março se mostrou um ambiente praticamente inutilizado devido às altas temperaturas operativas, agora apresenta temperaturas mais amenas, mesmo porque a média das temperaturas operativas da área externa foi menor, como mostra o gráfico da figura 63.

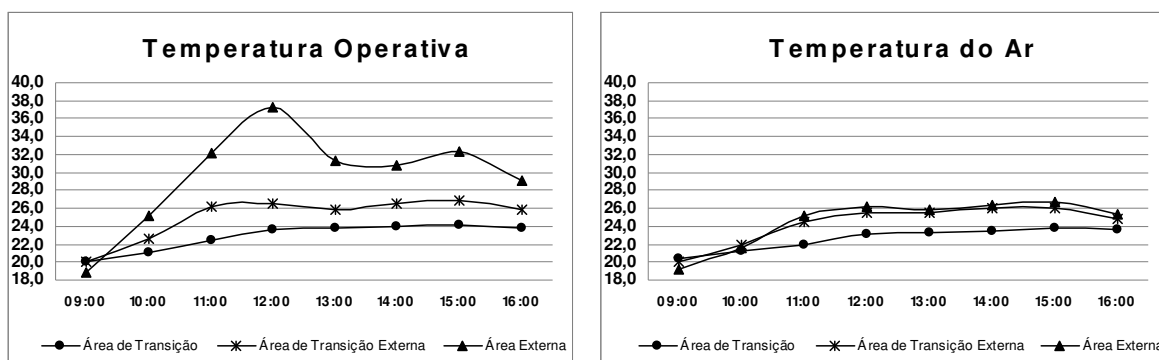


Figura 63 – Gráficos de temperatura operativa e do ar para as áreas de transição e área externa para o mês de junho de 2008

Mesmo assim, o VME deste ambiente se apresenta ainda acima do indicado para a zona de conforto pela ISO 7730 (2005) e com a média de temperatura operativa ainda bastante alta, como indica a tabela 21.

Foi possível perceber que alguns estudantes utilizaram a área quando as temperaturas ainda se apresentavam baixas e quando sentiam incômodo com as temperaturas das salas (mesmo que amenas), permanecendo ali para se aquecer.

Os questionários que foram aplicados durante as medições do mês de junho neste ambiente foram acompanhados de comentários que indicavam que a área só era utilizada por eles no período de frio, já que no calor se tornava um ambiente muito desconfortável.

*Tabela 21 – Temperatura operativa, voto médio estimado e porcentagem de insatisfeitos para a área de transição externa para o mês de junho de 2008.*

Média dos dias 04, 05 e 09 de junho de 2008			
Área de Transição Externa			
M(met)=1,9 - Icl(clo)= 0,71			
	To (°C)	VME	PEI (%)
<b>Média</b>	<b>25,1</b>	<b>1,01</b>	<b>33,6</b>
<b>Máx</b>	<b>32,2</b>	<b>2,37</b>	<b>90,0</b>
<b>Mín</b>	<b>19,5</b>	<b>-0,08</b>	<b>5,0</b>

### **6.2.3. ESALQ – Edifício da Hidráulica – Medições de Março de 2008**

A tabela 22 apresenta as médias, máximas e mínimas das variáveis ambientais obtidas nos 3 dias de medições para o edifício da Hidráulica, ao longo do dia.

Os dados da sala 2 estão divididos em duas partes chamadas Ar Condicionado e Sem Ar Condicionado, que representam as médias das medições do dia 10 de março e dos dias 19 e 20 de março, respectivamente.

A divisão foi feita para que fosse possível a comparação das medições da sala com o funcionamento do ar condicionado e sem, já que durante as medições o seu uso não foi controlado para que as situações fossem as mais reais possíveis.



*Tabela 22 – Dados das variáveis ambientais obtidos nas medições dos ambientes estudados no edifício da hidráulica para o mês de março de 2008.*

		Área Externa	Área de Transição	Sala de Aula 1	Sala de Aula 2	
		10,19,20 / março	10,19,20 / março	10,19,20 / março	Ar Condicionado (10/mar)	Sem Ar Condicionado (19 e 20/mar)
Temperatura do Ar (°C)	Média	29,7	27,8	26,2	26,3	26,8
	Máxima	34,0	30,3	28,3	29,0	28,8
	Mínima	22,0	22,5	23,7	24,7	23,9
Temperatura Radiante Média (°C)	Média	39,7	28,0	26,4	25,9	27,1
	Máxima	62,5	32,0	28,2	28,7	29,0
	Mínima	21,6	19,3	23,4	24,0	23,8
Temperatura Operativa (°C)	Média	33,5	27,9	26,3	26,1	27,0
	Máxima	44,6	30,8	28,3	28,9	28,9
	Mínima	21,9	21,5	23,6	24,4	23,9
Umidade Relativa (%)	Média	57,7	64,3	69,5	74,4	76,1
	Máxima	78,1	83,2	76,5	81,5	89,9
	Mínima	42,4	53,8	63,9	68,0	66,2
Velocidade do Ar (m/s)	Média	0,51	0,36	0,01	0,01	0,01
	Máxima	1,91	1,11	0,02	0,03	0,06
	Mínima	0,02	0,13	0,00	0,00	0,00

Pela tabela 22 pode-se perceber que a diferença da média das temperaturas diárias da sala 2, do dia 10 de março, com o funcionamento do ar em relação aos dois dias sem o ar é muito pequena de apenas 0,5°C (de 26,3°C para 26,8°C). A temperatura operativa, que avalia melhor a sensação térmica, também apresenta diferença muito pequena de apenas 0,9°C (de 26,1°C para 27,0°C). Estas diferenças pequenas podem ser explicadas devido à alta massa térmica da sala, que mantém a temperatura agradável mesmo sem o uso do ar.

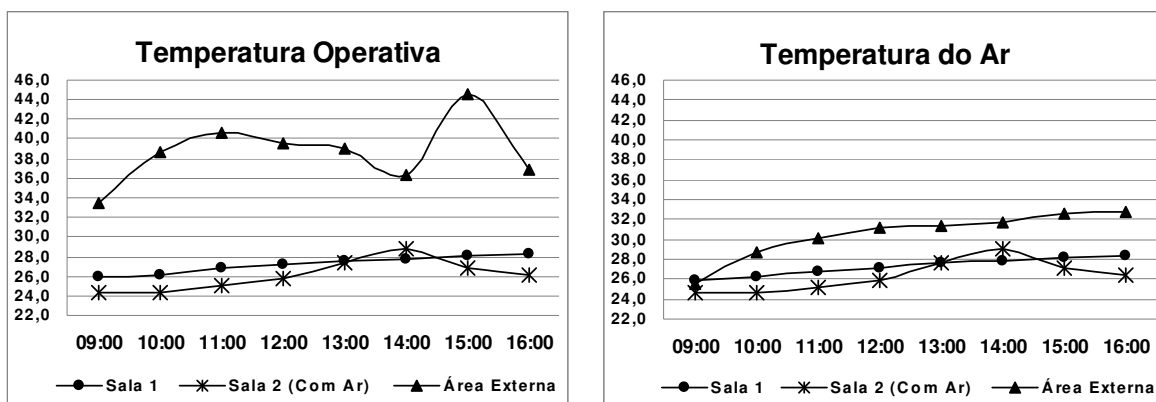
A tabela 23 mostra as médias, mínimas e máximas das temperaturas externa, sala 1 e sala 2 para duas situações, do dia 10 e dos dias 19 e 20 de março separadamente e não apenas para a sala 2 onde o ar condicionado foi utilizado, para que fosse possível a comparação entre os três ambientes.

*Tabela 23 – Dados das variáveis ambientais obtidos nas medições das salas de aula e área externa, divididos em duas situações para o mês de março de 2008.*

		Área Externa		Sala de Aula 1		Sala de Aula 2	
		10/março	19,20/março	10/março (Sem Ar)	19,20/março (Sem Ar)	10/março (Ar)	19,20/março (Sem Ar)
Temperatura do Ar (°C)	Média	30,5	29,3	27,2	25,7	26,3	26,8
	Máxima	32,8	34,0	28,3	28,3	29,0	28,8
	Mínima	25,5	22,0	25,9	23,7	24,7	23,9
Temperatura Operativa (°C)	Média	38,6	30,9	27,2	25,8	26,1	27,0
	Máxima	44,6	38,7	28,3	27,4	28,9	28,9
	Mínima	33,4	21,9	25,9	23,6	24,4	23,9

Pela tabela 23 pode-se perceber que a diferença entre as médias das temperaturas do ar externas entre as duas situações consideradas é de 1,2°C, e para sala 1 de 1,5°C, o que torna possível a comparação entre as duas situações com a sala 2, já que os três dias de medição apresentaram comportamento térmico bastante compatíveis.

Os gráficos da figura 64 representam a médias de temperaturas do dia 10 de março, quando o ar condicionado foi utilizado na sala 2, das 9:00h às 11:00h e das 14:00 às 16:00h. Os gráficos da figura 66 representam a média das temperaturas operativas e do ar dos dias 19 e 20 de março, quando o ar condicionado não foi utilizado em nenhuma situação.



*Figura 64 – Gráficos de temperatura operativa e do ar para as salas de aula e área externa do dia 10 de março de 2008, com o uso do ar condicionado.*

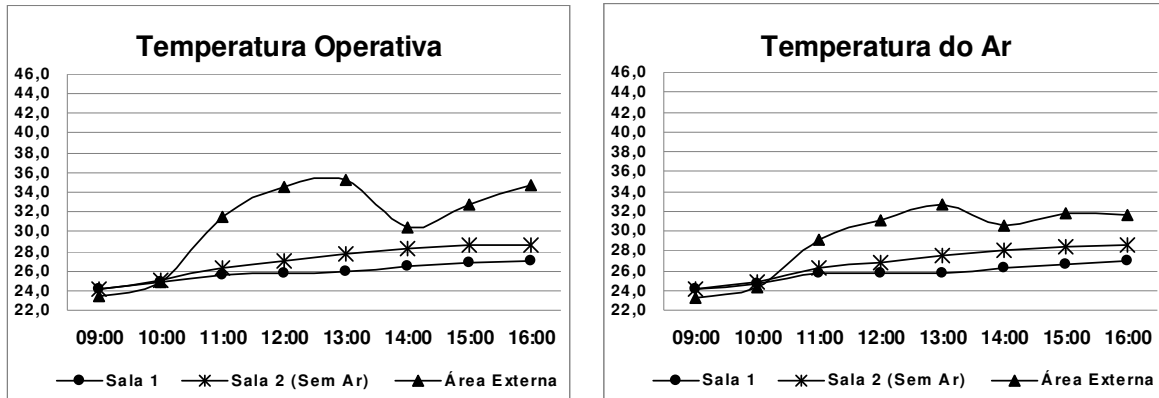


Figura 65 – Gráficos de temperatura operativa e do ar médias para as salas de aula e área externa dos dias 19 e 20 de março de 2008, sem o uso do ar condicionado para o mês de março de 2008.

Os gráficos das figuras 64 e 65 mostram que a diferença das temperaturas operativa e do ar na sala 2 durante as duas situações analisadas (com e sem ar) é de no máximo 2,2°C, sendo a temperatura média máxima da situação sem uso do ar de 28,6°C, às 16:00h quando a aula está quase acabando, o que talvez justifique o uso do ar condicionado, mas apenas em horários críticos, e não durante todo o dia. É importante lembrar ainda que, para esta diferença de temperatura é possível utilizar métodos alternativos de condicionamento do ar.

As salas de aula estudadas apresentam ainda questões de projeto que podem levar a um certo desconforto psicológico, como as janelas muito altas, difíceis de abrir e cobertas por cortinas escuras que dificultam muito a opção pela ventilação natural, além de tornar o ambiente escuro e desagradável, sendo necessário o uso de iluminação artificial durante o dia, como é possível observar na figura 66.



*Figura 66 – Sala de aula 2 do edifício da hidráulica para o mês de março de 2008.*

O uso do ar condicionado além de prejudicar a saúde dos usuários, já que dificilmente encontramos aparelhos com correta manutenção nos filtros, é também um aparelho de alto consumo energético. Além disso, como mostram os gráficos da figura 62, em situações de uso de condicionamento artificial do ar ocorre um aumento da sensação de choque térmico na passagem interior → exterior.

A primeira questão do questionário – Você sente o choque térmico ao sair da sala de aula? – foi colocada para todos os entrevistados, nas três faculdades pesquisadas, independente da sala de aula possuir ou não área de transição, com o objetivo de perceber se as pessoas têm consciência deste choque térmico ou não.

Os gráficos da figura 67 apontam que os usuários da sala 1, que é ligada à área externa através de uma área de transição, ao caminharem até a área externa percebem mais o choque térmico do que os usuários da sala 2.

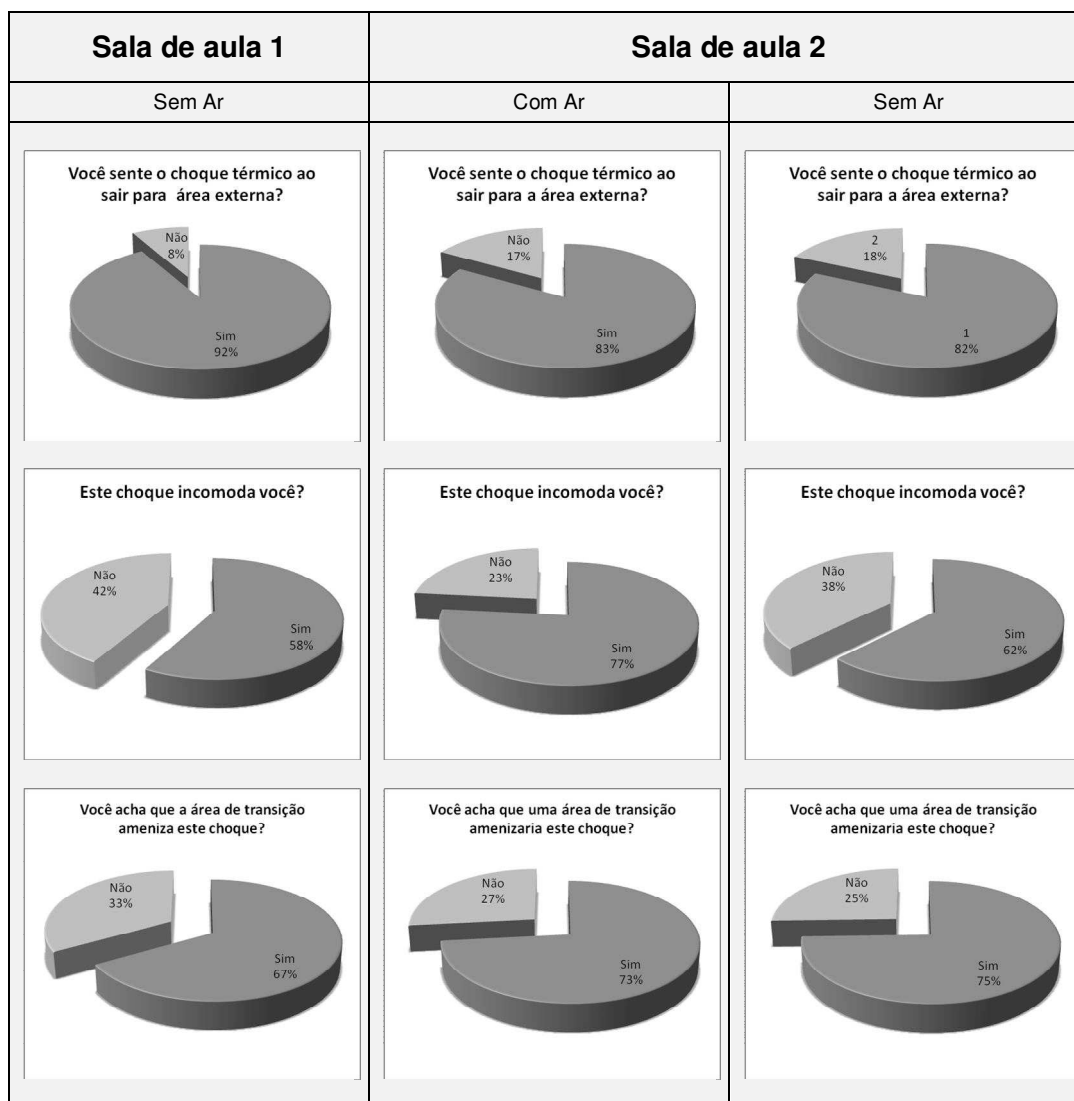


Figura 67 – Gráficos de avaliação das impressões dos entrevistados para o mês de março de 2008.

O gráfico da figura 67 que representa a questão - Este choque térmico incomoda você? - também presente em todos os questionários, onde os entrevistados que respondiam sim à percepção da sensação de choque térmico deveriam avaliar se esta provocava sensação de incômodo ou não mostra, ainda que de forma sutil, a diferença entre os dois percursos analisados, quando o usuário sai diretamente para a área externa ou através da área de transição.

Os usuários que caminharam da sala de aula até a área externa através da área de transição consideraram o choque térmico menos incômodo (58%) do que os que

saíram da sala diretamente para a área externa (62%). Já os entrevistados que saíram da sala de aula, com o ar condicionado em funcionamento, diretamente para a área externa, acharam essa sensação ainda mais desconfortável (77%).

As análises mostram que os usuários são capazes de perceber o choque térmico da mudança de temperatura de um ambiente para outro e, ainda, que esta sensação pode ser desconfortável.

A última pergunta do questionário avaliou se os entrevistados entendiam a importância da área de transição, como elemento apaziguador do clima e suavizador do choque térmico. A maioria dos entrevistados que respondeu o questionário na sala 2 afirmou acreditar que a presença de uma área de transição pode amenizar a sensação de choque térmico (73% para o período sem ar e 75% para o período com ar), enquanto 67% dos entrevistados da sala 1 afirmou que se não houvesse a área de transição a percepção do choque térmico seria acentuada.

Os gráficos da figura 68 mostram as temperaturas operativa e do ar médias da área de transição, em relação à área externa.

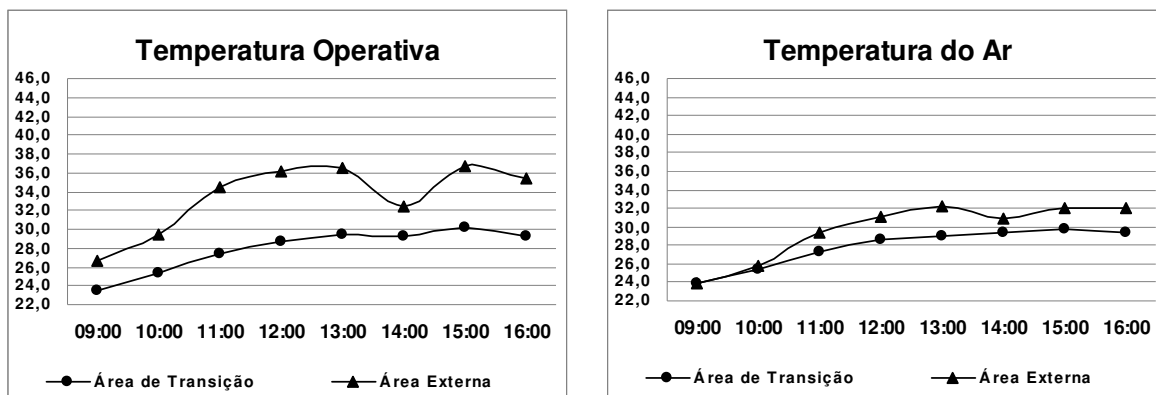


Figura 68 – Gráficos de temperatura operativa e do ar médias para a área de transição e área externa para o mês de março de 2008.

Pelos gráficos da figura 68 é possível perceber que a temperatura do ar na área de transição, acoplada à sala 1 do edifício da Hidráulica, acompanha a variação da temperatura externa ao longo do dia. Este fato ocorre porque este ambiente possui duas de suas quatro fachadas abertas, existindo assim interação com o ambiente externo, principalmente pela ventilação natural.

Não houve grande diferença entre o comportamento das temperaturas operativas e do ar na área de transição. Este fato pode ser devido ao bom sombreamento do ambiente, ventilação natural adequada e uso do concreto como material da cobertura, mesmo parte desta sendo composta por policarbonato, material que influencia o aumento da temperatura operativa, uma vez que funciona como painel radiante, podendo também causar desconforto localizado.



*Figura 69 – Área de transição do edifício da hidráulica.*

Pela figura 69 é possível perceber que o policarbonato foi utilizado para favorecer a iluminação natural do ambiente, porém a configuração do espaço, onde o piso e

cobertura são compostos de concreto aparente, não há vegetação local, e o ambiente é escuro, não torna a área convidativa, tornando-se um espaço pouco utilizado pelos usuários do edifício.

#### 6.2.4. ESALQ – Edifício da Hidráulica – Medições de Junho de 2008

Diferente das análises de março, a tabela 24 mostra as variáveis ambientais para a sala 2 em uma única situação, já que durante as medições do mês de junho o ar condicionado não foi utilizado em nenhum momento.

*Tabela 24 – Dados das variáveis ambientais obtidos nas medições dos ambientes estudados no edifício da hidráulica para o mês de junho de 2008.*

		Área Externa	Área de Transição	Sala de Aula 1	Sala de Aula 2
Temperatura do Ar (°C)	Média	27,0	23,2	22,3	23,6
	Máxima	34,4	25,9	23,7	25,4
	Mínima	18,6	18,0	19,2	20,2
Temperatura Radiante Média (°C)	Média	47,8	23,6	22,4	23,7
	Máxima	61,3	26,0	23,7	25,5
	Mínima	23,7	18,0	19,8	20,3
Temperatura Operativa (°C)	Média	34,4	23,4	22,3	23,6
	Máxima	42,0	25,9	23,7	25,5
	Mínima	22,8	18,0	19,5	20,3
Umidade Relativa (%)	Média	60,3	77,1	76,5	69,2
	Máxima	91,0	95,3	95,5	80,9
	Mínima	42,8	63,1	62,3	60,1
Velocidade do Ar (m/s)	Média	0,59	0,47	0,06	0,06
	Máxima	1,12	1,04	0,06	0,06
	Mínima	0,27	0,27	0,01	0,01

Apesar das temperaturas se apresentarem mais amenas durante este período de medições, o comportamento térmico das salas de aula em relação à área externa é muito semelhante à março, período mais quente, devido ao efeito da inércia térmica, ou seja, as temperaturas do ar e operativas não acompanharam as variações das externas, mantendo os ambientes de aula ao longo de todo o dia bastante confortáveis, como é possível observar através dos gráficos da figura 70.



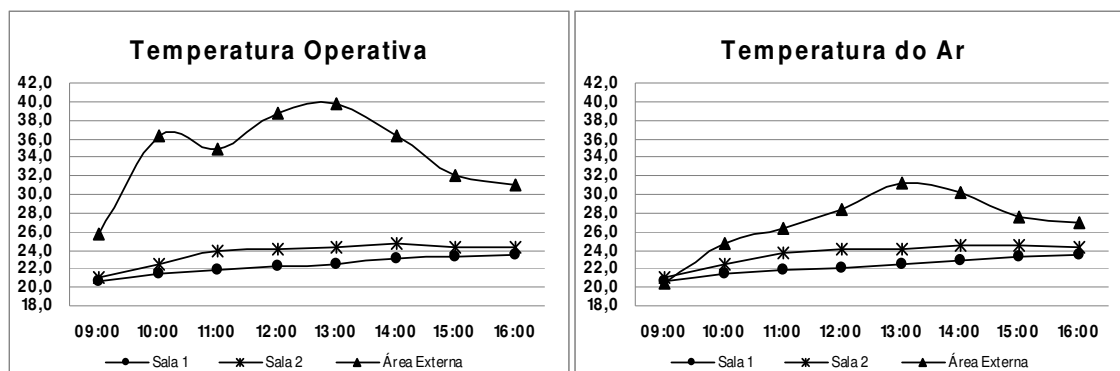


Figura 70 – Gráficos de temperatura operativa e do ar para as áreas de transição e área externa para o mês de junho de 2008.

A tabela 25 mostra o valor do VME e da Sensação Térmica das salas de aula. Os dados confirmam que as salas estiveram confortáveis ao longo das medições e que os usuários também perceberam desta forma.

Tabela 25 – Voto médio estimado, porcentagem de insatisfeitos, sensação e preferência térmica para as salas de aula para o mês de junho de 2008.

Média dos dias 04, 05 e 09 de junho de 2008									
Sala 1 (acoplada à área de transição)					Sala 2				
M(met)=1,2 - lcl(clo)= 0,59					M(met)=1,2 - lcl(clo)= 0,59				
	VME	PEI (%)	Sensação Térmica	Preferência Térmica		VME	PEI (%)	Sensação Térmica	Preferência Térmica
<b>Média</b>	<b>-0,34</b>	8,8	<b>-0,27</b>	0,32	<b>Média</b>	<b>0,01</b>	7,6	<b>0,12</b>	-0,07
<b>Máxima</b>	0,10	33,0	1,10	1,10	<b>Máxima</b>	0,58	25,0	1,50	1,60
<b>Mínima</b>	-1,16	5,0	-3,00	-3,00	<b>Mínima</b>	-0,97	5,0	-1,40	-1,80

Pelos gráficos da figura 71 podemos observar que não existem grandes diferenças entre as temperaturas operativas e do ar na área de transição, apesar da ampla variação da temperatura operativa da área externa, indicando que o ambiente apesar de aberto em duas de suas fachadas, não sofre muita interferência das altas temperaturas radiantes em sua cobertura neste período mais frio, conservando as temperaturas amenas, mantendo o ambiente confortável.

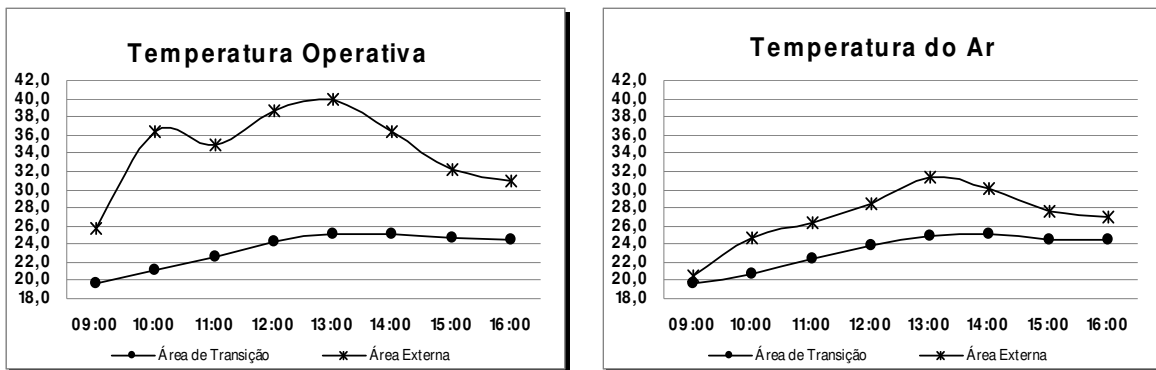


Figura 71 – Gráficos de temperatura operativa e do ar para as áreas de transição e área externa para o mês de junho de 2008.

A tabela 26 mostra que a média do VME calculado para o ambiente de transição é de 0,52 e da sensação térmica de -0,14, sendo que ambos os valores estão dentro da zona de conforto indicada pela ISO 7730 (2005), o que comprova que o ambiente é termicamente confortável e sentido assim pelos usuários.

Tabela 26 – Voto médio estimado, porcentagem de insatisfeitos, sensação e preferência térmica para as salas de aula para o mês de junho de 2008.

Média dos dias 04, 05 e 09 de junho de 2008						
Área Externa			Área de Transição			
M(met)=1,9 - Icl(clo)= 0,59			M(met)=1,9 - Icl(clo)= 0,59			
	VME	PEI (%)		VME	PEI (%)	Sensação Térmica
Média	2,46	83,3		0,52	15,4	-0,14
Máxima	> 3,00	-		1,13	31,0	1,50
Mínima	0,07	5,0		-1,02	5,0	-1,50

Apesar do ambiente se mostrar confortável, este espaço de transição se mostrou ainda pouco utilizado (como nas medições anteriores), fortalecendo a idéia de que a configuração do espaço é importante para que o espaço se torne convidativo para os usuários.

A figura 73 mostra os gráficos de avaliação das impressões dos usuários.

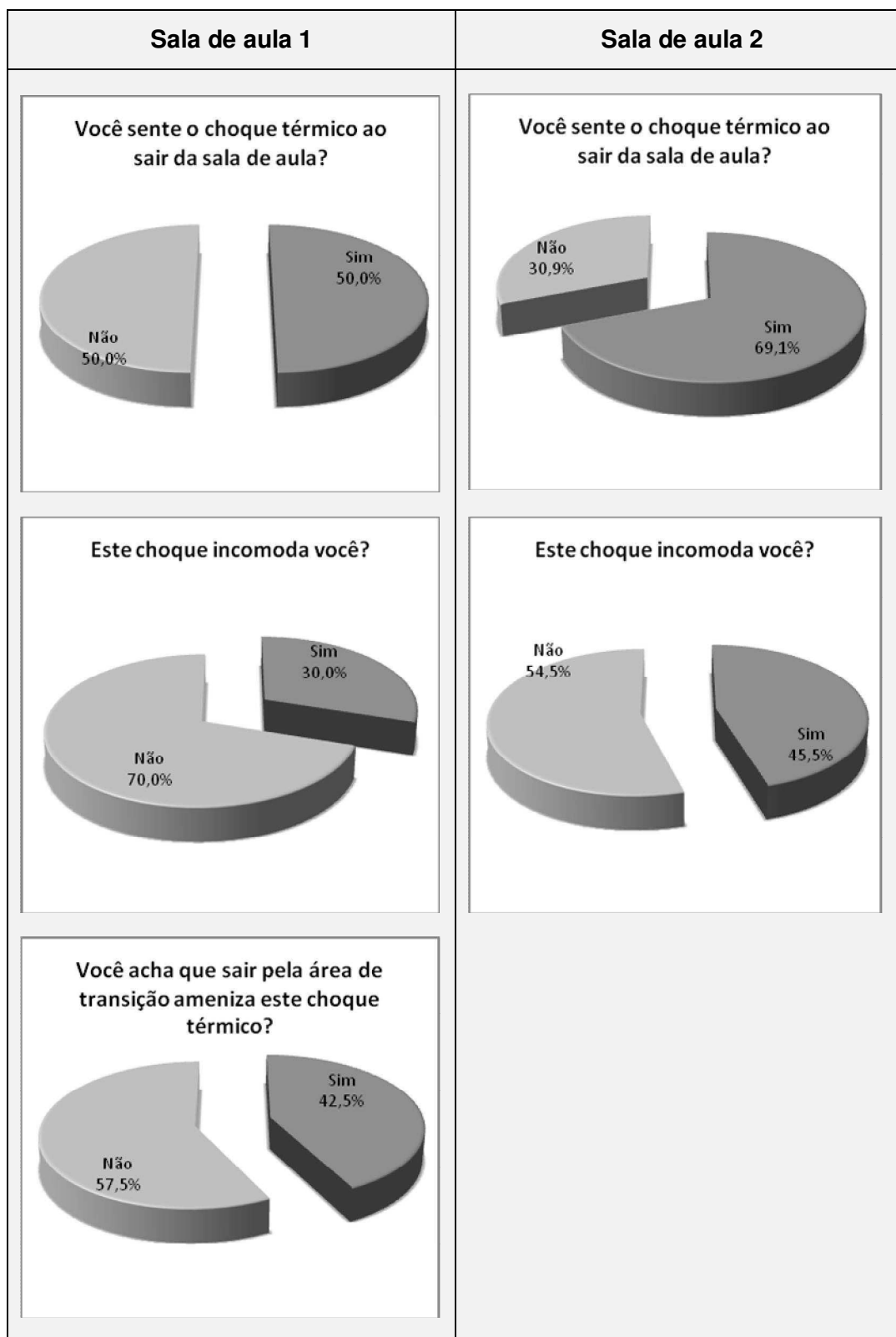


Figura 72 – Gráficos de avaliação das impressões dos entrevistados para o mês de junho de 2008.

Em relação ao percurso área externa → área interna, a figura 72 mostra que metade dos usuários percebe o choque térmico ao sair da sala de aula para a área externa ao atravessar a área de transição, enquanto a maioria dos que saem diretamente para a área ensolarada percebe.

O fato de os usuários estarem atravessando uma área de temperatura intermediária antes de chegar a área externa altera a percepção de conforto, uma vez que possibilita melhor adaptação da pessoa às diferenças de temperatura, reduzindo também a sensação de incômodo causada pelo choque térmico, as tabela 25 e 26 mostram que o valor médio do VME da área de transição é maior que o da sala 1 e menor do que o a área externa.

Durante as medições de junho apenas os entrevistados da sala 1, anexa à área de transição, foram questionados sobre a importância da área de transição, uma vez que estavam mais capacitados para responder a pergunta, já que além de conhecer o percurso área interna → área externa, realizado através da sala 2, experimentaram o percurso através da área de transição no momento em que respondiam o questionário.

A maior parte dos entrevistados da sala 1 respondeu que não acreditam que a área de transição pode amenizar este choque, provavelmente pelo fato de que o choque pareceu mais ameno desta vez, causando menos incômodo.

#### **6.2.5. ESALQ – Edifício da Zootecnia – Medições de Março de 2008**

A tabela 27 apresenta as médias, máximas e mínimas das variáveis ambientais obtidas nos 3 dias de medições das salas de aula, área de transição e área externa.

Tabela 27 – Dados ambientais obtidos nas medições dos ambientes estudados no edifício da zootecnia para o mês de março de 2008.

		Área Externa	Área de Transição	Sala de Aula 1	Sala de Aula 2
Temperatura do Ar (°C)	Média	30,0	28,1	26,3	25,1
	Máxima	34,4	29,8	28,9	26,5
	Mínima	25,9	26,1	25,3	22,8
Temperatura Radiante Média (°C)	Média	52,0	31,6	27,1	25,2
	Máxima	78,2	49,2	31,2	26,7
	Mínima	25,0	23,6	25,4	23,0
Temperatura Operativa (°C)	Média	37,4	29,3	26,7	25,1
	Máxima	45,2	34,7	29,9	26,6
	Mínima	26,1	25,4	25,4	22,9
Umidade Relativa (%)	Média	53,7	58,5	66,9	56,2
	Máxima	68,0	69,0	72,8	66,5
	Mínima	40,8	50,8	56,0	41,8
Velocidade do Ar (m/s)	Média	0,60	0,52	0,02	0,02
	Máxima	2,01	1,80	0,07	0,07
	Mínima	0,06	0,05	0,00	0,00

A tabela 27 mostra que a médias das temperaturas do ar e operativa das duas salas de aula são muito próximas, mesmo estando a sala 2, a qual se encontra acoplada a área de transição (no caso uma varanda), com o ar condicionado funcionando das 9:00h às 12:00h durante os 3 dias de medição. Na sala 1 o ar condicionado não foi utilizado em nenhum momento da pesquisa.

Os gráficos da figura 73 mostram as médias das temperaturas operativa e do ar para as salas de aula, nos 3 dias de medição, em relação à área externa:

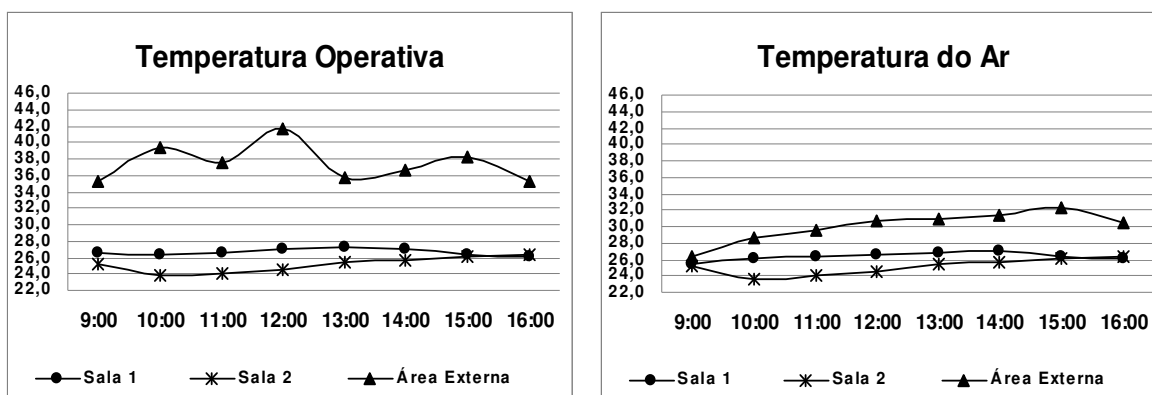


Figura 73 – Gráficos de temperatura operativa e do ar para salas de aula e área externa para o mês de março de 2008.

Os gráficos da figura 73 mostram claramente o uso do condicionamento artificial do ar nas primeiras horas da manhã, uma vez que as temperaturas decrescem aproximadamente 1,5°C após as 9:00h, início da aula. A temperatura do ar entre as 9:00h e as 12:00h se mantém em torno dos 24,0°C e depois começa a aumentar devido ao desligamento do aparelho, chegando à 26,2°C às 16:00h, mesma temperatura que a sala 1 atinge, sem a necessidade do uso do ar condicionado.

Não há grande diferença entre o comportamento térmico das salas já que ambas recebem grande carga de radiação solar nas fachadas ao longo do dia. A varanda acoplada ao edifício, que liga a sala 2 à área externa, protege uma parte muito pequena da fachada da sala, influenciando muito pouco as temperaturas do ambiente interno.

Mais uma vez, assim como na sala de aula 2 do edifício da Hidráulica, encontra-se uma situação onde o ar condicionado reduz muito pouco a temperatura, aproximadamente 2,0°C em relação à inicial (às 9:00h), não justificando seu gasto energético e de forma que alternativas de condicionamento natural, ou alternativas menos agressivas ao meio ambiente e menos dispendiosas poderiam ser utilizadas para obter esse decréscimo de temperatura.

A tabela 28 mostra as sensações e preferências térmicas, assim como o VME e PEI calculados para a sala 2, nos períodos da manhã (com o uso do ar) e da tarde (sem o uso do ar).

*Tabela 28 – Médias do VME, PEI, sensação e preferência térmica da sala 2 do edifício da zootecnia para o mês de março de 2008.*

	Sala 2							
	VME		PEI (%)		Sensação térmica		Pref. térmica	
	Manhã (Ar)	Tarde (Sem Ar)	Manhã (Ar)	Tarde (Sem Ar)	Manhã (Ar)	Tarde (Sem Ar)	Manhã (Ar)	Tarde (Sem Ar)
<b>Média</b>	-0,4	0,5	8,5	9,7	-0,4	0,2	0,4	-0,2
<b>Máxima</b>	0,1	0,7	21,0	13,0	1,0	1,5	2,4	1,0
<b>Mínima</b>	-0,9	0,0	5,0	5,0	-2,4	-1,0	-1,0	-1,5

A tabela 28 mostra que tanto o VME calculado como a Sensação Térmica dos usuários, obtida através dos questionários, estão dentro da zona de conforto indicada pela ISO 7730 (2005) com valores entre -0,7 e 0,7. A preferência térmica pela manhã, quando ocorre o uso do ar, é de um ambiente mais quente (0,4) e pela tarde mais frio (-0,2), indicando que em ambas as situações, com ou sem o uso do ar, o ambiente se encontra confortável.

Na sala 1, onde não há uso do ar condicionado, a média do VME calculado é de 0,6 e a sensação térmica 0,7 com preferência -0,6, dentro dos limites de conforto indicados pela ISO 7730 (2005), como mostra a tabela 29.

*Tabela 29 – Médias do VME, PEI, Sensação e Preferência Térmica da sala 1 do edifício da zootecnia para o mês de março de 2008.*

	Sala 1			
	VME	PEI (%)	Sensação térmica	Pref. térmica
<b>Média</b>	<b>0,6</b>	13,4	<b>0,7</b>	<b>-0,6</b>
<b>Máxima</b>	0,9	21,0	2,0	0,0
<b>Mínima</b>	0,5	10,0	0,0	-2,0

A área de transição do edifício da Zootecnia, uma ampla, aberta e sombreada varanda, é o ambiente de transição de toda a pesquisa que se mostrou mais vivenciado (ver figura 68). As temperaturas médias do ar e operativas apesar de um pouco altas (28,1°C e 29,3°C respectivamente) não tornam o ambiente desconfortável segundo a opinião dos entrevistados.

Os gráficos da figura 74 a seguir apresentam as temperaturas operativas e do ar em relação às externas, na varanda.

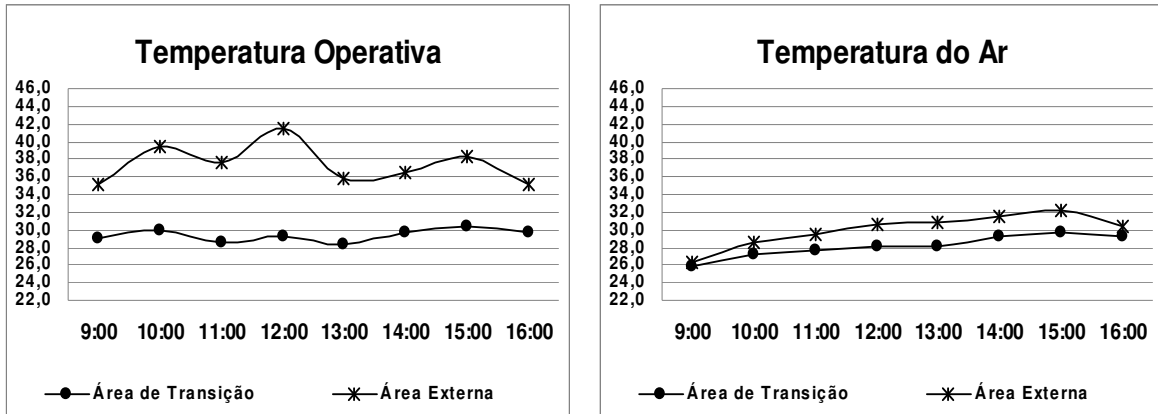


Figura 74 – Gráficos de temperatura operativa e do ar para a área de transição e área externa do edifício da zootecnia para o mês de março de 2008.

A temperatura do ar da varanda acompanha a variação da temperatura externa. Esta afirmação é plausível já que se trata de um ambiente aberto, mas o importante é ressaltar que a temperatura operativa, apesar de acompanhar levemente as variações da externa, se mantém muito abaixo desta, uma vez que as temperaturas radiantes na altura do usuário não são altas, devido ao material da cobertura (telha cerâmica) e do alto pé direito.

Baixas temperaturas radiantes, boa ventilação e iluminação natural, sombreamento adequado e layout apropriado, tornam o ambiente de transição um espaço convidativo que, mesmo apresentando temperaturas um pouco altas, é avaliado como confortável pelos usuários.

Além disso, estudos anteriores mostraram a importância da varanda na cultura de nosso país (SKUBS et al., 2003).

A figura 75 mostra a varanda da zootecnia, sombreada e bastante vivenciada.





*Figura 75 – Área de Transição do edifício da zootecnia.*

A tabela 30 mostra que apesar do VME médio calculado para a varanda durante os dias de medição ser de 1,2, a média da sensação térmica dos usuários foi de 0,6, com preferência térmica de -0,5, que se encontra dentro dos limites aceitáveis pela ISO 7730 (2005).

*Tabela 30 – Médias do VME, PEI, Sensação e Preferência Térmica da área de transição do edifício da zootecnia para o mês de março de 2008.*

	VME	PEI	Sensação	Pref.
		(%)	térmica	térmica
<b>Média</b>	<b>1,2</b>	39,7	<b>0,6</b>	<b>-0,5</b>
<b>Máxima</b>	2,8	97,0	2,4	0,2
<b>Mínima</b>	-0,1	5,0	-0,2	-2,0

Ao avaliar a sensação do choque térmico do percurso sala de aula → área externa através dos gráficos da figura 76, pode-se observar que a grande maioria dos entrevistados afirma perceber este choque, enquanto a maioria dos usuários da sala 1 considera esta sensação incômoda (72,0%).

Os entrevistados da sala 2, junto à varanda, mesmo no período da tarde (quando a temperatura externa é maior e o ar condicionado não está ligado), sentem menos

incômodo pela sensação do choque térmico passando pela varanda do que os entrevistados da manhã, quando a temperatura externa é mais amena. Isto pode ocorrer devido ao fato de que pela manhã, os alunos estavam deixando uma sala refrigerada com ar condicionado para a área externa, e a diferença maior de temperaturas entre estes dois ambientes, pela manhã, pode ter causado a sensação maior de incômodo.

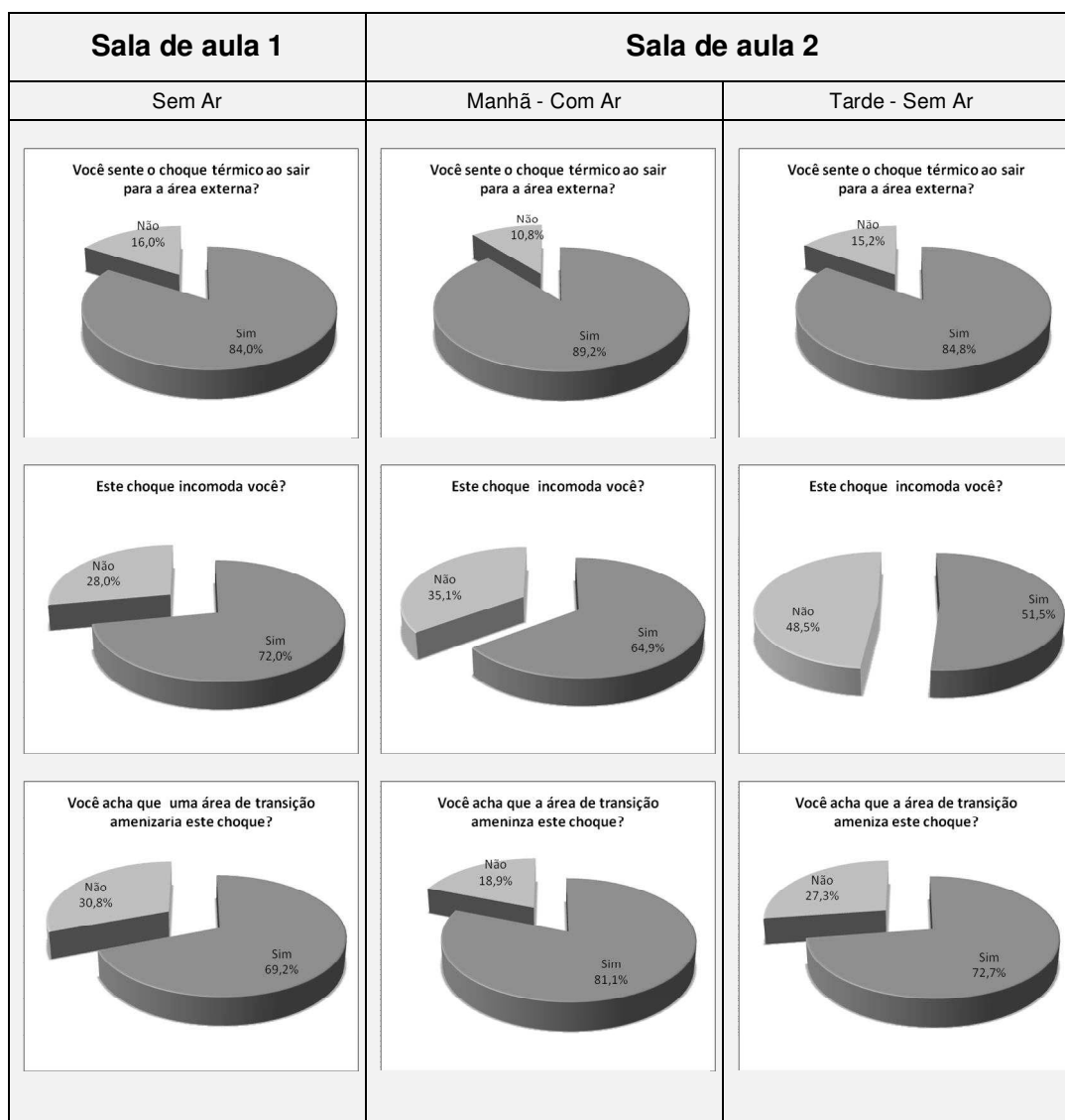


Figura 76 – Gráficos de avaliação das impressões dos entrevistados para o mês de março de 2008.

Nas três situações analisadas, em ambas as salas, a maioria dos entrevistados acredita que a área de transição pode amenizar este choque térmico, sendo que os usuários da sala 2, pela manhã, durante o uso do ar, percebem melhor a importância da área de transição (81,1%).

#### 6.2.6. ESALQ – Edifício da Zootecnia – Medições de Junho de 2008

A tabela 31 apresenta as variáveis ambientais obtidas nas medições de junho e é possível perceber que a média das temperaturas do ar dentro das salas é muito próxima da área externa, enquanto a média das temperaturas operativas apresenta diferença de aproximadamente 11,0°C, comportamento este muito semelhante ao mês de março, porém com temperaturas relativamente mais amenas.

*Tabela 31 – Dados das variáveis ambientais obtidos nas medições dos ambientes estudados no edifício da hidráulica para o mês de junho de 2008.*

		Área Externa	Área de Transição	Sala de Aula 1	Sala de Aula 2
Temperatura do Ar (°C)	Média	23,0	20,7	19,1	18,9
	Máxima	31,1	27,0	23,3	21,1
	Mínima	9,2	8,5	9,6	8,6
Temperatura Radiante Média (°C)	Média	43,4	23,0	19,3	19,0
	Máxima	64,7	28,9	23,4	21,0
	Mínima	9,2	11,2	9,6	9,8
Temperatura Operativa (°C)	Média	30,0	21,5	19,2	18,9
	Máxima	39,1	27,5	23,4	21,1
	Mínima	9,2	9,6	9,6	9,2
Umidade Relativa (%)	Média	58,7	68,8	70,5	67,5
	Máxima	92,5	92,3	83,7	72,3
	Mínima	39,2	51,9	51,6	55,5
Velocidade do Ar (m/s)	Média	0,60	0,61	0,06	0,06
	Máxima	1,37	1,66	0,06	0,06
	Mínima	0,28	0,27	0,06	0,06

Diferentemente das medições anteriores, durante os três dias de medição de junho não houve o uso de ar condicionado na sala de aula 2. Ainda assim, o comportamento

das salas se mostrou muito semelhante às medições anteriores, não acompanhando as variações das temperaturas externas, devido à alta inércia térmica.

As temperaturas operativas e do ar das duas salas se mantiveram muito próximas (como mostram os gráficos da figura 77), sendo que nas medições anteriores a sala 2 apresentou temperaturas menores que a sala 1, devido o uso do ar condicionado, o que confirma que o comportamento térmico das duas salas é muito parecido e que o uso do ar deve ser melhor controlado.

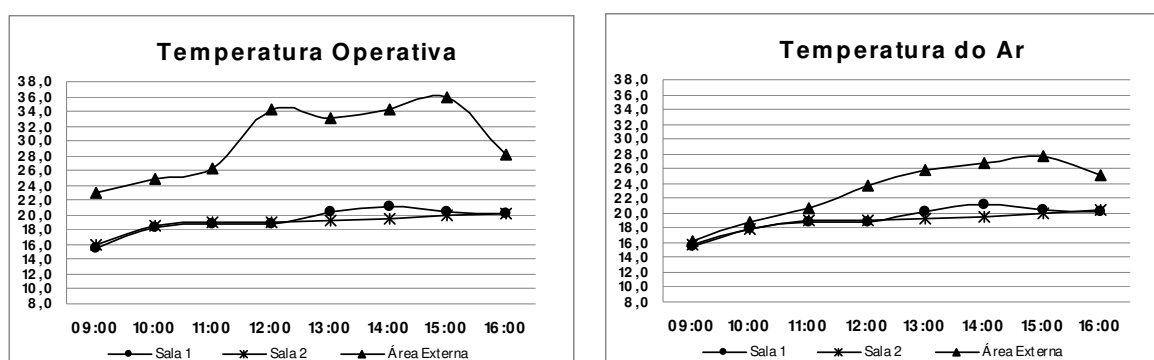


Figura 77 – Gráficos de avaliação das impressões dos entrevistados para o mês de junho de 2008.

A tabela 32 apresenta a média do VME e da sensação térmica declarada pelos entrevistados, indicando situação de desconforto pelo frio (segundo a norma ISO7730, 2005) nas duas salas de aula.

A média de temperaturas do ar e operativa da área externa, durante os três dias de medição no edifício da zootecnia, apresentou-se baixa (23,0°C e 30,0°C respectivamente), com valores próximos das médias obtidas na UNIMEP (24,6°C e 29,6°C), porém, como as salas de aula da ESALQ apresentam alto índice de inércia térmica, as temperaturas internas acabam se mantendo menores, podendo trazer desconforto pelo frio aos usuários.

É importante ter cautela com a inércia térmica que geralmente é benéfica (quando bem utilizada) nos dias quentes, mas pode ser prejudicial para o conforto nos dias frios.

Tabela 32 – Voto médio estimado, porcentagem de insatisfeitos, sensação e preferência térmica para as salas de aula para o mês de junho de 2008.

Média dos dias 17, 19, 20 de junho de 2008								
Sala 1					Sala 2 (acoplada à varanda)			
M(met)=1,2 - Icl(clo)= 0,72					M(met)=1,2 - Icl(clo)= 0,72			
	VME	PEI (%)	Sensação Térmica	Preferência Térmica		VME	PEI (%)	Sensação Térmica
Média	-0,93	26,0	-0,62	0,73	Média	-1,01	27,3	-0,79
Máxima	0,11	100,0	0,20	3,00	Máxima	-0,44	100,0	1,00
Mínima	-3,00	5,0	-3,00	-1,00	Mínima	-3,00	9,0	-2,50

A figura 78 mostra que a área de transição do edifício da Zootecnia apresenta também comportamento semelhante às medições anteriores, acompanhando as variações da temperatura do ar externa com maior intensidade do que da operativa, mostrando mais uma vez a importância da escolha dos materiais construtivos, configuração arquitetônica e layout, uma vez que o alto pé direito do ambiente, não permite que as altas temperaturas radiantes próximas da cobertura causem desconforto aos usuários.

Apesar desta vantagem construtiva, que ameniza a sensação incômoda de desconforto localizado próximo à cabeça, é preciso ser cauteloso ao projetar espaços muito abertos, que em dias frios e de vento podem se tornar ambientes bastante desconfortáveis, pelos gráficos da figura 78 podemos, por exemplo, observar que as temperaturas operativas no início do dia são muito baixas na área de transição.

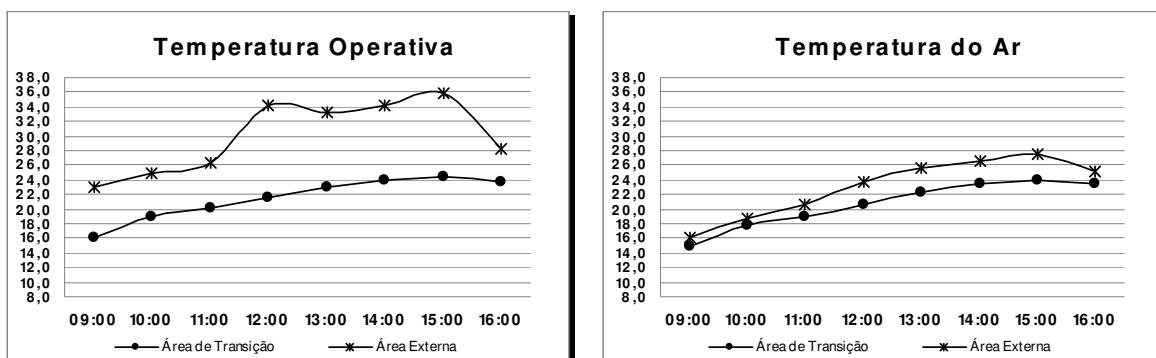


Figura 78 – Gráficos de avaliação das impressões dos entrevistados para o mês de junho de 2008.

A tabela 33 mostra que a média do valor do VME e do voto de sensação térmica declarada pelos entrevistados estão dentro da zona de conforto indicada pela ISO 7730 (2005), indicando que a varanda é no geral um ambiente confortável, assim como a área de transição da hidráulica.

O fato da varanda ser um espaço mais vivenciado pelos usuários se deve assim, não necessariamente ao conforto térmico, mas também ao conforto que o ambiente propicia, ressaltando mais uma vez a importância do espaço arquitetônico bem projetado.

*Tabela 33 – Voto médio estimado, porcentagem de insatisfeitos, sensação e preferência térmica para a área externa e área de transição para o mês de junho de 2008.*

Média dos dias 17, 19, 20 de junho de 2008							
Área Externa			Área de Transição (Varanda)				
M(met)=1,9 - Icl(clo)= 0,59			M(met)=1,9 - Icl(clo)= 0,59				
	VME	PEI (%)	VME	PEI (%)	Sensação térmica	Preferência térmica	
<b>Média</b>	<b>1,74</b>	<b>72,3</b>	<b>-0,27</b>	<b>31,91</b>	<b>-0,44</b>	<b>0,49</b>	
<b>Máxima</b>	<b>3,00</b>	<b>100,0</b>	<b>1,58</b>	<b>100,00</b>	<b>1,90</b>	<b>3,00</b>	
<b>Mínima</b>	<b>-2,06</b>	<b>9,0</b>	<b>-3,00</b>	<b>5,00</b>	<b>-2,80</b>	<b>-1,70</b>	

Em relação ao percurso área interna → área externa, pelos gráficos da figura 79, pode-se perceber que a maioria dos entrevistados que saíram diretamente para a área externa percebeu o choque térmico e se sentiram mais incomodados por esta sensação do que os usuários da sala 2, que atravessaram a área de transição para chegar até a área ensolarada.

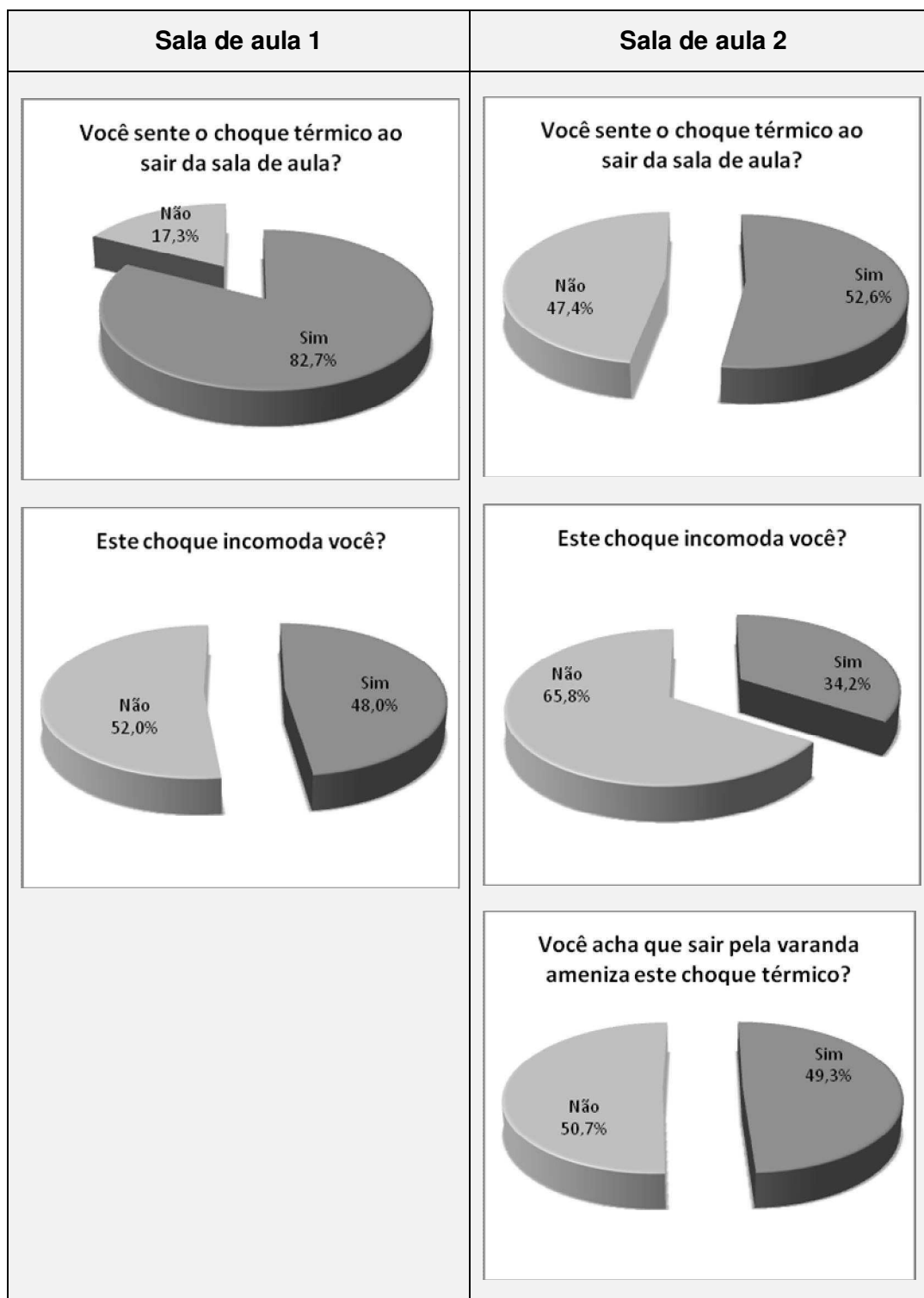


Figura 79 – Gráficos de avaliação das impressões dos entrevistados para o mês de junho de 2008.

Quanto ao uso da área de transição, aproximadamente metade dos entrevistados acredita que a varanda pode amenizar o choque térmico.

A figura 80 mostra que as temperaturas da área de transição são intermediárias às internas e externas. Através dos gráficos fica claro que para os usuários que transitam da sala de aula 1 diretamente para a área externa, a diferença entre temperaturas é maior em do que para os usuários da sala 2, o que justifica a maior percepção do choque térmico e maior sensação de incômodo dos usuários da sala que não apresenta área de transição.

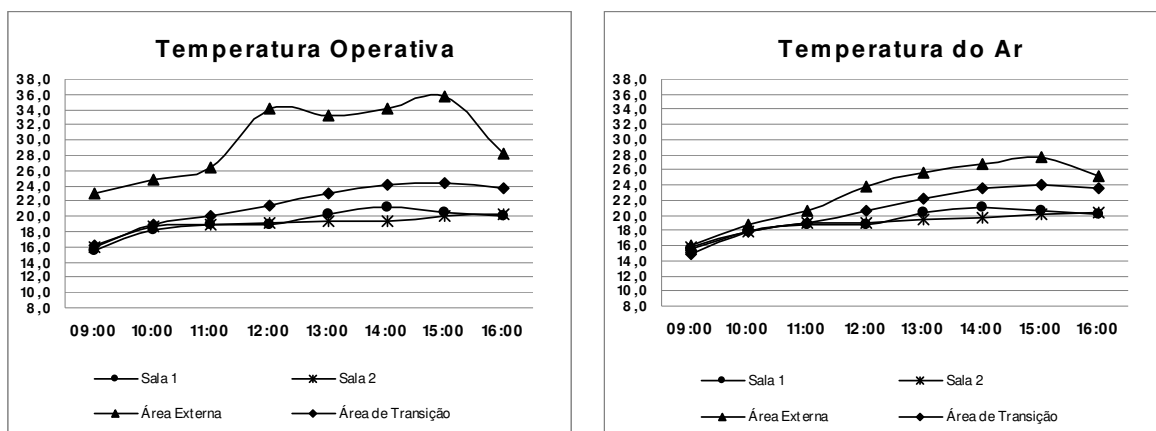


Figura 80 – Gráficos de avaliação das impressões dos entrevistados para o mês de junho de 2008.

Os dados do VME médio dos três ambientes, apresentados nas tabelas 32 e 33, também confirmam que os usuários da sala 2 são beneficiados pela mudança gradual do impacto térmico ao atravessarem a área de transição.



## 7. CONSIDERAÇÕES

Os estudos preliminares foram importantes para avaliar as instituições e ambientes ideais para a pesquisa, contatar os responsáveis e aplicar o pré-teste, fundamental para a análise do método de pesquisa e dos instrumentos e equipamentos utilizados.

As medições do mês de março de 2008 mostraram que a maioria dos usuários entrevistados nas salas de aula, incluindo os que atravessaram a área de transição, percebeu a sensação de choque térmico causada pela diferença de temperaturas no percurso área interna → área externa. Além disso, a maioria que percebeu este choque afirmou que essa sensação é incômoda. Apesar dos três edifícios analisados serem diferentes entre si, apresentando implantação, sistema construtivo, uso de materiais e configuração de layout diversos, é importante ressaltar que em todos os casos a maioria dos usuários afirmou que a área de transição pode amenizar essa sensação.

A parcela de usuários que percebe o choque térmico diminuiu no mês de junho, período mais frio, em relação à março, período mais quente, nas situações onde os entrevistados atravessaram a área de transição pra chegar à área externa, nas três faculdades, mas se manteve alta no percurso em que saíram diretamente para a área externa, ressaltando a importância da área de transição como elemento apaziguador do choque térmico.

A sensação de incômodo pelo choque térmico foi menor nas medições do mês de junho para os dois percursos (através da área de transição ou não), mas mesmo assim, os entrevistados que saíram diretamente para a área externa sentiram maior incômodo do que os outros.

Em relação à percepção dos usuários quanto à importância da área de transição, os entrevistados de junho da UNIMEP do ateliê 2, afirmaram que esta ajuda a

amenizar o choque em maior número do que os do ateliê 1, assim como em março, provavelmente pelo fato de que a fachada que leva os alunos da sala de aula para a área externa no ateliê 2 possui orientação Norte, recebendo radiação solar direta o dia todo, expondo os usuários à maiores temperaturas radiantes.

Nos edifícios da ESALQ, durante as medições de junho, apenas os entrevistados das salas ligadas a áreas de transição foram questionados se acreditavam que este ambiente auxiliava a amenizar o choque térmico e, em ambos os casos, as respostas se mostraram bastante equilibradas entre o Sim e o Não, diferente das entrevistas de março, quando a maioria dos usuários respondeu que acreditam que a área de transição funciona como elemento apaziguador do impacto térmico. Estas diferenças provavelmente se devem ao fato de que com temperaturas mais amenas, os usuários consideram que não há tanta necessidade de um elemento apaziguador do choque térmico quanto em períodos mais quentes.

Mesmo com os resultados da pesquisa mostrando que os usuários tem consciência da sensação de desconforto que o choque de temperaturas causa e que a área de transição pode amenizá-la, é necessário ressaltar que um ambiente mal projetado, ao invés de ser um elemento apaziguador de clima e de permanência agradável, pode se tornar um ambiente desconfortável e acabar por se tornar inutilizado.

Entre as quatro áreas de transição estudadas, apenas a do edifício da zootecnia da ESALQ se mostrou realmente vivenciado pelos alunos, tanto no período de medições mais quente, quanto no período mais frio. Além dos usuários permanecerem no local para esperar as aulas, alguns permaneceram ali para estudar, descansar ou utilizar o espaço para o convívio social. Ao contrário deste, a área de transição externa da UNIMEP, localizado bem próxima ao edifício onde acontecem as aulas, mesmo configurando um espaço de permanência criado para os alunos, amplo e com ótima iluminação e ventilação natural, foi o ambiente menos utilizado.

Ambientes mal projetados e com o uso incorreto dos materiais podem acabar inutilizados, como é o caso da área de transição externa da UNIMEP que, toda coberta por policarbonato, se torna um painel radiante e causa desconforto localizado devido às altas temperaturas que configuram o microclima local.

## 8. CONCLUSÕES

Os espaços de transição podem ser ambientes agradáveis e confortáveis de convívio e ainda auxiliarem como apaziguadores de clima e do choque térmico causado pela diferenças de temperatura entre os ambientes internos e externos, desde que sejam projetados corretamente e que os ambiente internos a eles conectados sejam suficientemente confortáveis para que não haja necessidade de uso de condicionamento artificial do ar durante todo o tempo.

Pelas análises das configurações construtivas dos ambientes de transição concluiu-se que a implantação e o uso dos materiais corretos são fundamentais para que o espaço funcione como apaziguador de clima e seja realmente vivenciado pelos usuários, como é o caso da varanda da zootecnia na ESALQ, espaço muito freqüentado pelos usuários.

Já a análise do comportamento térmico das salas, áreas de transição e área externa, mostrou que para que os espaços de transição funcionem como apaziguadores do choque térmico, principalmente quando os ambientes internos forem artificialmente condicionados, devem apresentar temperaturas intermediárias, possibilitando melhor adaptação dos usuários às diferenças de temperatura.

As medições de junho, período mais frio, foram fundamentais para que fosse possível concluir que a temperatura radiante tem grande importância na sensação do choque térmico e que diferenças menores de temperatura entre os ambientes auxiliam a amenizar o impacto causado por estas diferenças.

O ar condicionado, no período mais quente, aumenta as diferenças entre as temperaturas internas e externas. Assim, é fundamental que este seja utilizado nas salas de aula apenas em horários críticos ou situações extremas, para que evite a sensação incômoda do choque térmico, além da contribuição ao meio ambiente e economia de

energia. É preciso ainda, valer-se de recursos de projeto para que os ambientes se tornem espaços agradáveis, iluminados e bem ventilados, diminuindo a sensação de desconforto aparente causada por ambientes fechados e escuros e diminuindo assim a necessidade aparente de uso do ar condicionado.

É importante ressaltar que a metodologia utilizada, dos questionários, especialmente da escala gradual de sensação e preferência térmica foi fundamental para uma melhor compreensão dos entrevistados quanto as suas sensações e impressões, ampliando possibilidades de respostas mais condizentes com a realidade e diminuindo a quantidade de questionários descartados.

## 9. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão de trabalhos futuros pode-se sugerir:

- Aprofundamento do estudo das áreas de transição em si, através de avaliação da influência direta dos materiais construtivos no conforto térmico deste ambiente;
- Análise das diferenças na percepção do conforto em função do tempo de permanência na área de transição;
- Estudo de uma metodologia adequada para a avaliação de ambientes tão peculiares como as áreas de transição, para adequada avaliação de ambientes com comportamento térmico dinâmico.

## 10. REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. **Handbook of Fundamentals**. Atlanta, 2001.

ARCOWEB. Restaurante Medelleine. 2009. 1 fotografia, color. Disponível em: <[www.arcoweb.com.br](http://www.arcoweb.com.br)>. Último acesso em: 26 de junho de 2009.

BUENO et al., Thermal comfort in outdoor spaces: the role of vegetation as a means of controlling solar radiation. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE. **Proceedings...** Londres, 2000, p. 501-505.

CADIMA, P. Form and microclimate: spatial confinement and heat in the urban pátio. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, **Proceedings...** Beirute, Lebanon, 2005.

CHUN, C.; TAMURA, A. Thermal comfort in urban transitional spaces. **Building and Environment**, v. 40, n. 5, p. 633-639, maio, 2005.

CHUN, C.; KWOK, A.; TAMURA, A. Thermal comfort in transitional spaces-basic concepts: literature review and trial measurement, **Building and Environment**, v. 39, p. 1187-1192, maio, 2004.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIS DE QUEIROZ – ESALQ: banco de dados. Disponível em: <[www.esalq.br](http://www.esalq.br)>. Último acesso em: 26 de junho de 2009.

FANGER, P.O. Calculation of thermal comfort: Introduction of a basic comfort equation. **ASHRAE Transactions**, v.73, 1967

FANGER, O. **Thermal Comfort – Analysis and Application in Engineering**. Copenhagen, 1970. 244p.

FANGER, P. O.; TOFTUM, J. Thermal comfort in future – Excellence and expectation. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO 21ST CENTURY, 2001, Windsor, UK. **Proceedings...**Oxford, Oxford Brookes University, April, 2001.

FROTA, A. B., SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 5 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. 243p.

GIVONI, B. **Man, climate and architecture**, Elsevier, London, 1976

GIVIOBI, B., NOGUCHI, M. Issues in Outdoor Comfort Research. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2000, Cambridge. **Proceedings...** Londres: James & James Ed., 2000.

GOUVÊA, T.C. Avaliação do conforto térmico: uma experiência na indústria da confecção. **Dissertação** (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

HARDY, J.D., WOLF, H.G., GOODELL, H. **Pain sensations and reactions**. Williams and Wilkins, Baltimore, 1952.

HOPPE, P. "Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort". **Energy and Buildings**, v. 34, n. 6, p. 661-665, julho, 2002.

HUMPHREYS, M.A.; HANCOCK, M. (2007). Do people like to feel "neutral"? Exploring the variation of the desired thermal sensation on the ASHRAE scale. **Energy and Building**, 2007. 8p.

IBGE: banco de dados. Disponível em: <[www.nossosaopaulo.com.br](http://www.nossosaopaulo.com.br)>. Último acesso em: 26 de junho de 2009.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7730; Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Geneva, 1984.

\_\_\_\_\_. ISO 8996; ergonomicsdetermination of metabolic heat production. Geneva, 1990.

\_\_\_\_\_. ISO 7730; Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Geneva, 1994.

\_\_\_\_\_. ISO 9920; ergonomicsestimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble. Geneva, 1995.

\_\_\_\_\_. ISO 7726; Thermal environments-instruments and methods for measuring physical quantities. Geneva, 1998.

\_\_\_\_\_. ISO 7730; Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Geneva, 2005.

JITKHAJORNWANICH, K., PITTS, A. Interpretation of thermal responses of four subject groups in transitional spaces of buildings in Bangkok, **Building and Environment**, v.37, p. 1193-1204, 2002.

KOWALTOWSKI, D.C.C.K. et al. Melhoria do Conforto Ambiental em Edificações Escolares de Campinas-SP. **Relatório Científico**. Relatório de Pesquisa FAPESP, 2001.

LABAKI, L. C.; CARAM, R. M., SICHIERI, E. P. Uso de policarbonatos em fachadas: isolamento e efeito estufa. In: V ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1999, Fortaleza, Brasil. **Artigo Técnico**. Curitiba, Brasil, p.1462-1463.

MACNALL, P.E.; JAAX, J.; ROHLES, F.H.; NEVINS, R.G.; SPRINGER, W. Thermal comfort (thermally neutral) conditions for three levels of activity. **ASHRAE Transactions**, v.73, 1967.

MEMORIAL Bravo Brasil. Hall do Jockey Clube de São Paulo. 2004. 1 fotografia, color. Disponível em: <[www.memorialbravobrasil.com.br](http://www.memorialbravobrasil.com.br)>. Último acesso em: 26 de junho de 2009.



MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos: consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.7, n.3, p.43-58, 2007.

PERDIGÃO, A. K. A. DE V.; MATTOS, A. Arquitetura na Amazônia: a resposta térmica do beiral quebra-sol/quebra-chuva no clima quente-úmido de Belém do Pará. In: III ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Porto Alegre, Brasil. **Artigo Técnico**. Porto Alegre, Brasil. p. 347-352.

PITTS, A.; SALEH, J. bin, Potential for Energy Saving in Building Transition Spaces, **Energy and Buildings**, v. 39, p. 815-822, 2007.

POTVIN, A., Assessing the microclimate of urban transitional spaces. In: XVII PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, **Proceedings...** Cambridge, England. 2000, p.581-586.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA BÁRBARA D'OESTE: banco de dados. Disponível em: <[www.santabarbara.sp.gov.br](http://www.santabarbara.sp.gov.br)>. Último acesso em: 26 de junho de 2009.

RAJA, I. A.; VIRK, G. S., Thermal comfort in urban open spaces: a review. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE XXI CENTURY, **Proceedings...** Windsor. 2001, p.342-352.

RIGITANO, R. Z.; LABAKI, L. C. A influência da vegetação no conforto térmico do ambiente construído. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2003, Curitiba, Brasil. **Artigo Técnico**. Curitiba, Brasil, P. 1462-1463.

ROBINETTE, G. O. **Energy efficient site design**. Ed. Van Nostrand Reinhold, 1983.

NEVINS, R.G.; ROHLES, F.H.; SPRINGER, W.; FEVERHERMS, A.M. Temperature humidity chart for thermal comfort of seated persons. **ASHRAE Transactions**, v. 72, 1966.

RUAS, A.C. Sistematização da avaliação de conforto térmico em ambientes edificados e sua aplicação num software. 183 p. **Tese** (Doutorado). Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas, 2002.

SINOUE, M.; STEEMERS, K., Urban semi-enclosed spaces as climate moderators. In: XXI PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE – **Proceedings...** Eindhoven, Netherlands, 2004, p.385-9

SKUBS, D., KOWALTOWSKI, D. C. C. K. O Papel da Varanda no Conforto de Moradias Autoconstruída. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2003, Curitiba, Brasil. **Anais...**, p.1452-1453.

SPAGNOLO, J; de DEAR, R., A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia, **Building and Environment**, v. 38, p. 721-738, 2003.

VERNON, H.M.; WARNER, C.G. The influence of the humidity of the air on capacity for work at high temperatures. **J. Hyg.**, v.32, p. 431-462, 1932.

VITRUVIUS. Palácio do Itamaraty. 2008. 1 fotografia, color. Disponível em: <[www.vitruvius.com.br](http://www.vitruvius.com.br)>. Último acesso em: 26 de junho de 2009.

## ANEXO A – QUESTIONÁRIOS

Foram utilizadas na pesquisa seis montagens diferentes de questionários. O cabeçalho e as perguntas 1 e 2, sobre sensação e preferência térmica eram iguais para todos, representados pela figura A.

**QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO TÉRMICA**

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Horário: \_\_\_\_ h - Ponto de Medição: \_\_\_\_\_  
 Atividade: \_\_\_\_\_ - Idade: \_\_\_\_ anos  
 Sexo: ( ) F ( ) M - Altura: \_\_\_\_ m - Peso: \_\_\_\_ Kg

1) Marque com um X em qualquer lugar da régua, a sua sensação térmica neste momento.

2) E como você preferia que estivesse o ambiente agora?

Figura A – Cabeçalho e questões 1 e 2 dos questionários aplicados, sem modificações.

A questão 3, das vestimentas, era diferente entre os questionários aplicados em março, no período mais quente e em junho, mais frio, como mostram as figuras B e C.

3) Marque as peças de roupa que está usando e acrescente o que faltar nas linhas em branco:

Camisas, camisetas e blusas	Saias ou vestidos
<input type="checkbox"/> Camiseta regata ou baby look	<input type="checkbox"/> Saia até o tornozelo
<input type="checkbox"/> Camiseta com manga curta	<input type="checkbox"/> Saia até o joelho
<input type="checkbox"/> Camiseta com manga longa	<input type="checkbox"/> Vestido até o joelho, sem manga
<input type="checkbox"/> Camisa com gola, manga curta, tecido fino	<input type="checkbox"/> Vestido até o joelho, manga curta
<input type="checkbox"/> Camisa com gola, manga curta, tecido grosso	<input type="checkbox"/> Vestido até o joelho, manga longa
<input type="checkbox"/> Camisa com gola, manga longa, tecido fino	Calçados, meias
<input type="checkbox"/> Camisa com gola, manga longa, tecido grosso	<input type="checkbox"/> Sapato ou tênis
<input type="checkbox"/> Camisa pólo, manga curta	<input type="checkbox"/> Chinelo, tamanco ou sandália
<input type="checkbox"/> Jaqueta tecido grosso	<input type="checkbox"/> Meia esportiva
<input type="checkbox"/> Jaqueta tecido fino	<input type="checkbox"/> Meia fina
<input type="checkbox"/> Blusa de lã	<input type="checkbox"/> Meia calça
Calças, shorts e bermudas	Outros
<input type="checkbox"/> Calça jeans	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Calça tecido grosso	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Calça tecido fino	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Calça legging	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Shorts ou bermuda	<input type="checkbox"/>

Figura B – Questão 3, das vestimentas, para as medições do mês de março.

3) Marque as peças de roupa que está usando e acrescente o que faltar nas linhas em branco:

Camisas, camisetas e blusas		Saias ou vestidos	
<input type="checkbox"/>	Camiseta regata ou baby look	<input type="checkbox"/>	Saia até o tornozelo
<input type="checkbox"/>	Camiseta com manga curta	<input type="checkbox"/>	Saia até o joelho
<input type="checkbox"/>	Camiseta com manga longa	<input type="checkbox"/>	Vestido até o joelho, sem manga
<input type="checkbox"/>	Camisa pólo, manga curta	<input type="checkbox"/>	Vestido até o joelho, manga curta
<input type="checkbox"/>	Camisa com gola, manga longa, tecido fino	<input type="checkbox"/>	Vestido até o joelho, manga longa
<input type="checkbox"/>	Camisa com gola, manga longa, tecido grosso	<b>Calças, shorts e bermudas</b>	
<input type="checkbox"/>	Jaqueta tecido grosso	<input type="checkbox"/>	Calça jeans ou tecido grosso
<input type="checkbox"/>	Jaqueta tecido fino	<input type="checkbox"/>	Calça tecido fino
<input type="checkbox"/>	Blusa de lã	<input type="checkbox"/>	Calça legging
<input type="checkbox"/>	Blusa de Moletom	<input type="checkbox"/>	Shorts ou bermuda
<b>Calçados, meias</b>		<b>Outros</b>	
<input type="checkbox"/>	Sapato ou tênis	<input type="checkbox"/>	Meia calça
<input type="checkbox"/>	Chinelo, tamanco ou sandália	<input type="checkbox"/>	Luvas
<input type="checkbox"/>	Meia esportiva	<input type="checkbox"/>	Gorro
<input type="checkbox"/>	Meia fina	<input type="checkbox"/>	Cachecol
<input type="checkbox"/>	Bota cano alto	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Bota cano baixo	<input type="checkbox"/>	

Figura C – Questão 3, das vestimentas, para as medições do mês de junho, com a inclusão de roupas mais pesadas.

As últimas questões, referentes às impressões dos usuários quanto ao choque térmico foram elaboradas segundo as características dos ambientes estudados em cada faculdade.

Para ambos os ateliês da UNIMEP foram utilizadas as questões 4, 5 e 6 apresentadas pela figura D, tanto para as medições de março, quanto de junho, para a análise das impressões dos usuários quanto aos possíveis percursos para a área externa.

4) Ao sair da sala de aula pela porta de vidro, você sente o choque térmico devido à diferença de temperatura entre o ateliê e a área externa? Faça o teste.

( ) Sim ( ) Não

5) Este choque térmico te incomoda?

( ) Sim ( ) Não

6) Você acha que sair pelo corredor ao invés de sair diretamente pode amenizar este choque térmico? Faça o teste.

( ) Sim ( ) Não

Figura D– Questões 4, 5 e 6, das impressões dos usuários quanto ao choque térmico e os possíveis percursos para a área externa.

Para as salas de aula 1 do edifício da Hidráulica e 2 do edifício da Zootecnia, ligadas às respectivas áreas de transição, foram utilizadas as questões da figura E, para os dois períodos de medições da pesquisa.

<p>4) Ao sair da sala de aula para a área externa, você sente o choque térmico (devido à diferença de temperatura)? Faça o teste.</p> <p>( ) Sim ( ) Não</p> <p>5) Este choque térmico te incomoda?</p> <p>( ) Sim ( ) Não</p> <p>6) Você acha que a área de transição, por apresentar uma temperatura intermediária, ameniza este choque térmico?</p> <p>( ) Sim ( ) Não</p>
---

*Figura E – Questões 4, 5 e 6, das impressões dos usuários quanto ao choque térmico para as salas de aula dos edifícios da ESALQ ligadas às áreas de transição, durante as medições de março e junho.*

Para as outras salas, com ligação direta para a área externa, para o período de março foram utilizadas as questões da figura F e para junho da figura G, uma vez que durante as medições do período mais frio, não foi questionado aos usuários se eles acreditavam que a existência de uma área de transição poderia amenizar o choque, uma vez que eles não poderiam fazer o teste.

<p>4) Ao sair da sala de aula para a área externa, você sente o choque térmico (devido à diferença de temperatura)? Faça o teste.</p> <p>( ) Sim ( ) Não</p> <p>5) Este choque térmico te incomoda?</p> <p>( ) Sim ( ) Não</p> <p>6) Você acha que uma área de transição amenizaria este choque térmico?</p> <p>( ) Sim ( ) Não</p>
---

*Figura F – Questões 4, 5 e 6, das impressões dos usuários quanto ao choque térmico para as salas com ligação direta à área externa, durante as medições de março.*

<p>4) Ao sair da sala de aula para a área externa, você sente o choque térmico (devido à diferença de temperatura)? Faça o teste.</p> <p>( ) Sim ( ) Não</p> <p>5) Este choque térmico te incomoda?</p> <p>( ) Sim ( ) Não</p>
--

*Figura G – Questões 4, 5 e 6, das impressões dos usuários quanto ao choque térmico para as salas com ligação direta à área externa, durante as medições de junho.*

Nas áreas de transição, os questionários foram montados apenas com o cabeçalho, as questões 1 e 2 de sensação e preferência térmica e a questão 3 das vestimentas.

## ANEXO B - LISTA DE SÍMBOLOS

$A_{Du}$	- Área superficial do corpo de DuBois, ( $m^2$ );
$A$	- Coeficiente para cálculo da temperatura operativa;
$C$	- Calor trocado por convecção, ( $W/m^2$ );
$C_{res}$	- Taxa de perda de calor convectivo na respiração, ( $W/m^2$ );
$E_{res}$	- Taxa de perda de calor evaporativo na respiração, ( $W/m$ );
$E_{sk}$	- Perda total de calor por evaporação, ( $W/m^2$ );
$f_{cl}$	- Fator de área da vestimenta;
$h_c$	- Coeficiente de troca de calor por convecção, ( $W/m^2K$ );
$M$	- Taxa de metabolismo, ( $W/m^2$ );
$p_a$	- Pressão parcial de vapor d'água no ar, (kPa);
$q_{res}$	- Taxa total de calor perdido pela respiração, ( $W/m^2$ );
$q_{sk}$	- Taxa total de calor perdido pela pele, ( $W/m^2$ );
$R$	- Calor trocado por radiação, ( $W/m^2$ );
$S$	- Taxa de calor armazenada no corpo, ( $W/m^2$ );
$S_{sk}$	- Taxa de armazenamento de calor na pele, ( $W/m^2$ );
$S_{cr}$	- Taxa de armazenamento de calor no núcleo, ( $W/m^2$ );
$t_a$	- Temperatura do ar, ( $^{\circ}C$ );
$t_{bs}$	- Temperatura de bulbo seco, ( $^{\circ}C$ );
$t_{cl}$	- Temperatura superficial média da vestimenta, ( $^{\circ}C$ );
$t_{mrt}$	- Temperatura radiante média, ( $^{\circ}C$ );
$t_o$	- Temperatura operativa, ( $^{\circ}C$ );
$UR$	- Umidade relativa, ( $^{\circ}C$ );
$v_{ar}$	- Velocidade relativa do ar, ( $^{\circ}C$ );
$W$	- Taxa de trabalho mecânico realizado, ( $W/m^2$ );
$\eta$	- Rendimento do trabalho mecânico externo;