

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

Danielle Skubs (1); Lucila Chebel Labaki (2)

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, daniskubs@uol.com.br

(2) Professora Dra. do Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, lucila@fec.unicamp.br
Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo
Cidade Universitária - Zeferino Vaz, Barão Geraldo, Cx Postal 6021, Campinas-SP, 13084-971, Tel: (19) 37882384

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. 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: área de transição, conforto térmico, sensação térmica, ambiente escolar.

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. 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: transitional areas, thermal comfort, thermal sensation, school environment.

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, apesar da complexidade desta tarefa, uma vez que estes ambientes são influenciados por muitos fatores como o clima, ventos e radiação solar por exemplo, 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 microclima das áreas internas e externas adjacentes, apresentando assim variedade em suas condições físicas.

Existem ainda poucos estudos sobre esses ambientes em nosso país. Pesquisas internacionais recentes (POTVIN, 2000; CHUN; KWOK; TAMURA, 2004; SINOU; STEEMERS, 2004), revelam 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), para climas tropicais, estes espaços 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), reduzindo sua perda de energia, o que favorece uma melhor receptividade do usuário aos edifícios e ambientes sociais, tornando assim os ambientes mais convidativos.

O espaço de transição, se projetado corretamente, pode ainda trazer 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 ainda um reconhecimento especial por seu potencial auxílio na eficiência energética do edifício.

2. OBJETIVO

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

3. MÉTODO

3.1. Delimitação do Campo de Pesquisa

A presente pesquisa propôs o estudo de ambientes de transição em edifícios educacionais nas cidades de Piracicaba e Santa Bárbara D'oeste. A opção por instituições educacionais se deve a sua importância social, ao fato de serem de uso público, bastante frequentadas.

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 ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz) e a UNIMEP (Universidade Metodista de Piracicaba) – Campus Santa Bárbara D'Oeste apresentaram espaços adequados para a pesquisa, sendo que a amostra final é de duas instituições e três edifícios, dois deles situados na ESALQ.

3.2. Caracterização do clima

O clima das duas cidades da amostra é o tropical de altitude, com período mais seco nos meses de julho e agosto e mais chuvoso em janeiro.

Piracicaba possui temperatura média anual de 21,6°C, com máxima média de 28,2°C e mínima média de 15,0°C e média de índice pluviométrico de 104,05 mm (informações do período de 1917 a 2007¹).

Santa Bárbara D'Oeste apresenta temperatura média anual de 20,9°C e média de índice de umidade relativa de 74%, com média de índice pluviométrico de 138,9mm (informações do período de 1973 à 2003²).

¹ FONTE: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP (<http://www.esalq.usp.br>).

² FONTE: 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>).

3.3. Pré-testes

O pré-teste foi realizado na UNIMEP entre 27 e 29 de novembro de 2007 (59 questionários), para a avaliação da metodologia, reconhecimento das atividades dos usuários e obtenção do questionário final.

3.4. Equipamentos e instrumentos de medição

3.4.1. Variáveis Ambientais

Para a medição das variáveis ambientais, foi utilizado um conjunto formado por um tripé de suporte para dois aparelhos de aquisição automática de dados (Data Logger – Testo 175-H2 e Testo 175-H1) e um globo negro ligado a um dos aparelhos por um sensor. Para a medição da velocidade do ar foi utilizado um anemômetro modelo Testo 405-V1.

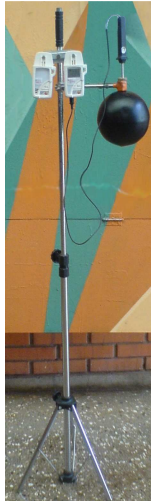


Figura 1: Conjunto de medição.



Figura 2: Anemômetro.

3.4.2. Variáveis Pessoais

As variáveis pessoais obtidas através de questionários foram sexo, idade, peso e altura, atividade desenvolvida, vestimenta, sensação e preferência térmica, obtidas através de uma régua adaptada, representando a escala de sete pontos do método do Voto Médio Estimado (FANGER, 1970).

3.4.3. Questionários

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

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

Escala de sensação e preferência térmica adaptadas já foram utilizadas por Spagnolo e de Dear (2003) e por Humphreys e Hancock (2007), como indica a figura 3.

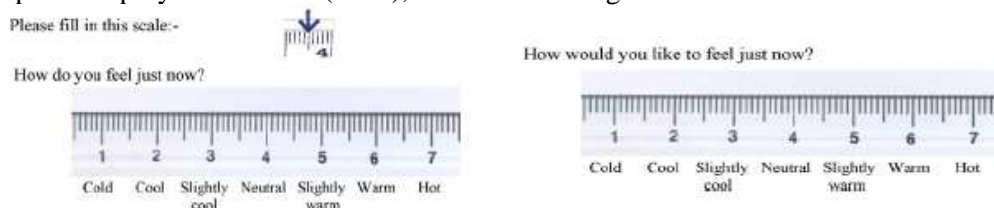
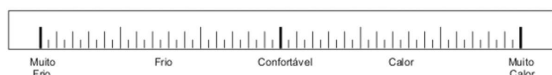


Figura 3 - Escalas de sensações térmicas (HUMPHREYS, 2007).

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, como mostra a figura 4.

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



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

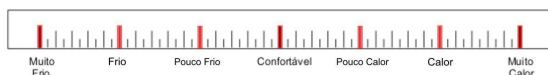


Figura 4 - Escala de sensação térmica e demonstração dos sete pontos da escala de Fanger (1970) na régua adaptada para a pesquisa.

Para avaliar a sensação causada pelo impacto das diferenças de temperatura no percurso área interna → área externa e se os usuários acreditam que há diferença nas sensações provocadas por este percurso e o percurso área interna → área de transição → área externa, foram formuladas três perguntas, com respostas de alternativas simples (sim / não).

3.5. Métodos de Coleta dos Dados

Os dados foram obtidos nos dias indicados pela tabela 1, sendo um pré-teste foi realizado para a avaliação da metodologia, reconhecimento das atividades dos usuários e obtenção do questionário final.

Tabela 1 – Dias de medição.

| Local Avaliado | Dia do mês de março de 2008 |
|--------------------|-----------------------------|
| UNIMEP | 04 – 05 – 06 |
| ESALQ – Hidráulica | 10 – 19 – 20 |
| ESALQ – Zootecnia | 25 – 26 – 27 |

As variáveis ambientais foram obtidas de 15 em 15 minutos, das 9:00h às 16:00h. A velocidade do ar foi calculada pela média de 20 medições, mensuradas a cada 5 segundos, de hora em hora.

Ao total, foram entrevistados 427 alunos nos edifícios estudados das três faculdades, sendo 118 na UNIMEP, 163 no edifício da Hidráulica e 146 no prédio da Zootecnia. Os questionários foram aplicados pela manhã e pela tarde, sempre que havia atividade nas salas. Nas áreas de transição da ESALQ os usuários foram entrevistados enquanto utilizavam o ambiente. Na UNIMEP não foram aplicados questionários nas áreas de transição já que a quantidade de alunos que utilizaram o espaço foi muito pequena.

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 2, de acordo com as atividades respondidas pelos entrevistados.

Tabela 2 – Taxas de metabolismo segundo a atividade dos entrevistados.

| Atividade | Taxa Metabólica (met) |
|---|-----------------------|
| 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 |

3.6. Métodos de Análise dos Dados

Através dos 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.

Para o cálculo da temperatura radiante, do VME e da PEI foi utilizado o software Conforto 2.03 (RUAS, 2002). O software avalia 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.

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.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Dados Antropométricos e Individuais

A média da idade dos usuários da faculdade de arquitetura da UNIMEP é de aproximadamente 23 anos, e das faculdades de zootecnia e hidráulica da ESALQ de 26 anos, já que a maioria dos entrevistados da primeira são alunos da graduação, enquanto da segunda da pós-graduação, justificando a diferença entre as médias, como mostra a tabela 3.

Tabela 3 – Dados antropométricos da população estudada.

| | UNIMEP | | | ESALQ - Hidráulica | | | ESALQ - Zootecnia | | |
|---------------|------------|------------|-----------|--------------------|------------|-----------|-------------------|------------|-----------|
| | Idade anos | Altura (m) | Peso (kg) | Idade anos | Altura (m) | Peso (kg) | Idade anos | Altura (m) | Peso (kg) |
| Média | 22,6 | 1,68 | 62,4 | 26,6 | 1,72 | 68,6 | 26,1 | 1,70 | 70,6 |
| 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 |

A tabela 4 apresenta a médias das vestimentas, que nos três casos estudados, representa resistência leve das vestimentas, segundo a classificação de Fanger (1970).

Tabela 4 – Valores médios, desvio padrão, máximos e mínimos de resistência térmica das vestimentas para as três faculdades.

| | | UNIMEP | ESALQ Hidráulica | ESALQ Zootecnia |
|-----------------------|---------------|--------|------------------|-----------------|
| I _{cl} (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 |

A tabela 5 apresenta a distribuição da população quanto ao sexo:

Tabela 5 – Distribuição da população quanto ao sexo nas três faculdades.

| | UNIMEP | ESALQ Hidráulica | ESALQ Zootecnia |
|-----------|--------|------------------|-----------------|
| Feminino | 77,1% | 27,6% | 50,7% |
| Masculino | 22,9% | 72,4% | 49,3% |

4.2. Análise das Variáveis Ambientais e Questionários

4.2.1. UNIMEP

Através da figura 5 é possível perceber que as temperaturas do ar nos ateliês acompanham as externas, e chegam à uma máxima de 30,9°C para ambas as salas.

Já as temperaturas operativa e radiante, que avaliam melhor a sensação de conforto térmico, apresentam maior discrepância com as externas, mas ainda assim apresentam valores altos, ultrapassando os 30°C, indicando prováveis situações de desconforto.

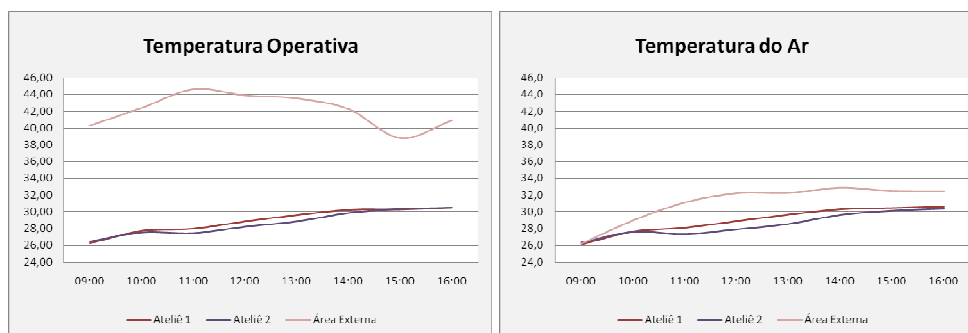


Figura 5 – Gráficos das médias de temperatura operativa e do ar para os ateliês de aula e a área externa.

A tabela 6 confirma as situações de desconforto dos ateliês, já que o VME médio é de 1,2 e 1,1, para os ateliês 1 e 2 respectivamente, com valores máximos de 1,7, valores acima dos indicados para a zona de conforto segundo a norma ISO 7730 (2005).

Tabela 6 – Variáveis ambientais, Voto Médio Estimado e Porcentagem de Insatisfeitos para os ateliês de aula.

| 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 | | | | | | | | |
| Horário | To (°C) | TBS (°C) | Trm (°C) | Var (m/s) | UR (%) | VME | PEI (%) | Horário | To (°C) | TBS (°C) | Trm (°C) | Var (m/s) | UR (%) | VME | PEI (%) |
| Média | 28,9 | 29,0 | 28,9 | 0,08 | 51,0 | 1,2 | 37,8 | Média | 28,8 | 28,7 | 28,9 | 0,10 | 55,7 | 1,1 | 34,0 |
| Máx | 30,8 | 30,9 | 30,6 | 0,33 | 67,3 | 1,7 | 62,0 | Máx | 31,2 | 30,9 | 31,4 | 0,87 | 79,6 | 1,7 | 63,0 |
| Mín | 25,9 | 25,9 | 25,7 | 0,00 | 36,4 | 0,3 | 7,0 | Mín | 26,4 | 26,2 | 26,5 | 0,00 | 38,2 | 0,5 | 9,0 |

Os dados da tabela 7 avaliam 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.

Tabela 7 – Avaliação das impressões dos entrevistados quanto aos possíveis percursos sala de aula → área externa.

| | Sente o choque térmico ao sair da sala de aula? | | Este choque te incomoda? | | Você acredita que sair pelo corredor ameniza esta sensação? | |
|----------|---|-------|--------------------------|-------|---|-------|
| | Sim | Não | Sim | Não | Sim | Não |
| Ateliê 1 | 88,9% | 11,1% | 79,4% | 20,6% | 83,6% | 16,4% |
| Ateliê 2 | 87,3% | 12,7% | 83,6% | 16,4% | 78,2% | 21,8% |

A tabela 7 mostra que a maior parte dos entrevistados 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). Para a maioria dos que percebem este choque, esta sensação é de incômodo.

A análise também mostra que grande parte dos entrevistados percebe que ao atravessar a área de transição (corredor) para sair para a área externa a sensação do choque térmico é amenizada.

A tabela 8 apontou valores de VME de 1,2 e 1,1 para os ateliês 1 e 2 respectivamente. Assim, percebe-se 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 7.

Tabela 8 – Variáveis ambientais, Voto Médio Estimado e Porcentagem de Insatisfeitos da área externa.

| Média dos dias 04, 05 e 06 de março de 2008 | | | | | | | |
|---|---------|----------|----------|-----------|--------|------------------------|--------------|
| Área externa - Unimep | | | | | | | |
| M(met)=1 - Icl(clo)=0,42 | | | | | | | |
| Horário | To (°C) | TBS (°C) | Trm (°C) | Var (m/s) | UR (%) | VME | PEI (%) |
| Média | 41,9 | 31,1 | 59,2 | 0,99 | 45,1 | > 3,0 – Stress Térmico | Não indicado |

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 entre o percurso da área de transição do que no percurso que leva o usuário diretamente para a área externa.

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

Tabela 9 – Variáveis ambientais, Voto Médio Estimado e Porcentagem de Insatisfeitos da área de transição (corredor).

| Média dos dias 04, 05 e 06 de março de 2008 | | | | | | | |
|---|---------|----------|----------|-----------|--------|-----|---------|
| Unimep - Área de Transição | | | | | | | |
| M(met)= 1 - Icl(clo)=0,42 | | | | | | | |
| Horário | To (°C) | TBS (°C) | Trm (°C) | Var (m/s) | UR (%) | VME | PEI (%) |
| Média | 31,2 | 30,6 | 31,89 | 0,2 | 46,66 | 1,9 | 67,8 |

A segunda área de transição estudada na UNIMEP, chamada aqui de área de transição externa, ligada ao edifício através da estrutura metálica coberta por policarbonato, 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.

As temperaturas obtidas neste ambiente, mostradas na tabela 10, 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 e não em áreas cobertas ou sombreadas.

Tabela 10 – Variáveis ambientais, Voto Médio Estimado e Porcentagem de Insatisfeitos da área de transição externa.

| Média dos dias 04, 05 e 06 de março de 2008 | | | | | | | |
|---|---------|----------|----------|-----------|--------|------------------------|--------------|
| Unimep - Área de Transição Externa | | | | | | | |
| M(met)= 1 - Icl(clo)= 0,42 | | | | | | | |
| Horário | To (°C) | TBS (°C) | Trm (°C) | Var (m/s) | UR (%) | VME | PEI (%) |
| Média | 38,3 | 34,8 | 42,14 | 0,2 | 38,84 | > 3,0 – Stress Térmico | Não indicado |

As altas temperaturas e altos índices de desconforto térmico encontrados nesta 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.

4.2.2. ESALQ – Edifício da Hidráulica

Os dados da sala 2 foram divididos em duas situações - Com Ar e Sem Ar, que representam as médias das medições do dia 10 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.

Pela tabela 11 pode-se perceber que a diferença da média das temperaturas diárias da sala 2 com o funcionamento do ar em relação aos dois dias sem o ar é muito pequena, de apenas 0,5°C e da temperatura operativa de 0,9°C. Estas pequenas diferenças podem ser explicadas devido à alta massa térmica da sala, que mantém sua temperatura sempre agradável independente do uso do ar, sendo que para a situação do dia 10 a máxima da temperatura do ar é de 29,0°C enquanto dos dias 19/20 de 28,8°C, e as máximas da temperatura operativa são as mesmas (28,9°C), o que não justifica o uso do aparelho durante o dia todo. É importante lembrar ainda que, para estas diferenças de temperatura é possível utilizar métodos alternativos de condicionamento do ar.

Tabela 11 – Médias das temperaturas do ar e operativa das salas de aula e área externa.

| | | Área Externa | | Sala de Aula 1 | | Sala de Aula 2 | |
|----------------------------|--------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| | | Dia 10 (Sem ar) | Dias 19/20 (Com Ar) | Dia 10 (Sem Ar) | Dias 19/20 (Sem Ar) | Dia 10 (Com Ar) | Dias 19/20 (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 |
| 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 |

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.

Além disso, como mostra a tabela 12, nas situações de uso do ar ocorre um aumento da sensação de incômodo pelo choque térmico na passagem interior → exterior, que é de 62,0% quando não é utilizado o condicionamento artificial e de 77,0% quando é.

Tabela 12 – Avaliação das impressões dos entrevistados quanto ao possíveis percursos sala de aula → área externa.

| | Sente o choque térmico ao sair da sala de aula? | | Este choque te incomoda? | | Você acredita que a área de transição pode amenizar esta sensação? | |
|-----------------|---|-------|--------------------------|-------|--|-------|
| | Sim | Não | Sim | Não | Sim | Não |
| Sala 1 (Sem Ar) | 92,0% | 8,0% | 58,0% | 42,0% | 67,0% | 33,0% |
| Sala 2 (Com Ar) | 83,0% | 17,0% | 77,0% | 23,0% | 73,0% | 27,0% |
| Sala 2 (Sem Ar) | 82,0% | 18,0% | 62,0% | 38,0% | 75,0% | 25,0% |

Pode-se perceber também pela tabela 11, que os usuários que caminharam da sala de aula até a área externa através da área de transição (sala 1) consideraram o choque térmico menos incômodo (58%) do que os que saíram da sala diretamente para a área externa (62,0% para situação sem ar e 77,0% com ar), mesmo com os usuários da sala 1 percebendo mais o choque térmico do que os da sala 2.

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 da sala 2 afirmaram acreditar que a presença de uma área de transição poderia amenizar a sensação de choque térmico (73% para a situação sem ar e 75% com ar), enquanto 67% dos entrevistados da sala 1 afirmaram que se não houvesse a área de transição a percepção do choque térmico poderia ser acentuada, o que indica que os usuários que sentem maior incômodo com a sensação de choque valorizam mais um elemento que possa apaziguar o clima.

Através dos gráficos da figura 6 é possível perceber que a temperatura do ar na área de transição 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 através da ventilação natural.

Não existem grandes diferenças entre as temperaturas operativas e do ar e da 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.

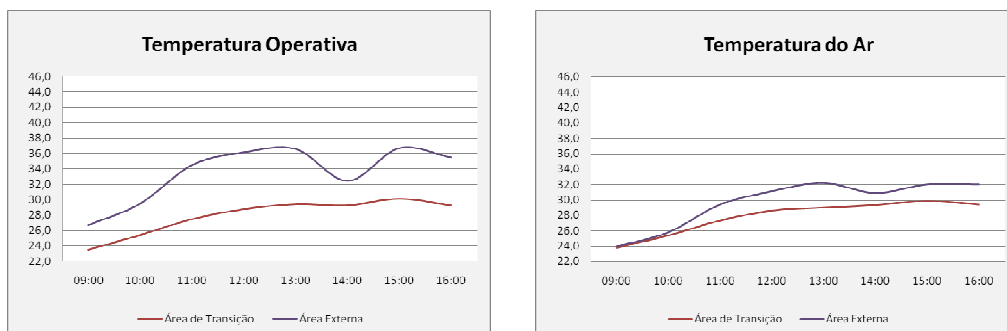


Figura 6 – Gráficos de temperatura operativa e do ar médias para a área de transição e área externa.

É importante ressaltar que a configuração do espaço de transição, onde o piso e cobertura são compostos de concreto aparente, não há vegetação local e o ambiente é escuro, não torna a área convidativa, somada à altas temperaturas, torna o espaço pouco utilizado pelos usuários do edifício.

4.2.2. ESALQ – Edifício da Zootecnia

Os gráficos da figura 7 mostram que o comportamento térmico das duas salas é muito parecido, influenciado apenas pelo uso do ar condicionado na sala 2 (acoplada à área de transição) no período das 9:00h às 12:00h. Na sala 1 o ar condicionado não foi utilizado em nenhum momento da pesquisa.

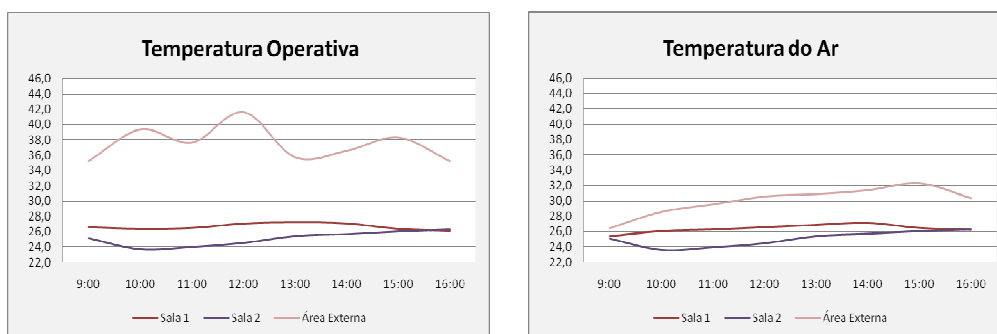


Figura 7 – Gráficos de temperatura operativa e do ar para salas de aula e área externa

Os gráficos da figura 7 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.

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 13 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. 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, também dentro dos limites de conforto.

Tabela 13 – Médias do VME, PEI, Sensação e preferência a térmica da sala 2 do edifício da zootecnia.

| | Sala 2 | | | | | Sala 1 | | | |
|--------------|------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|------|
| | VME | | Sens. térmica | | Prof. térmica | VME | Sens. térmica | Prof. térmica | |
| | Manhã (Ar) | Tarde (Sem Ar) | Manhã (Ar) | Tarde (Sem Ar) | Manhã (Ar) | Tarde (Sem Ar) | Sem Ar | Sem Ar | |
| Média | -0,4 | 0,5 | -0,4 | 0,2 | 0,4 | -0,2 | 0,6 | 0,7 | -0,6 |

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. 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.

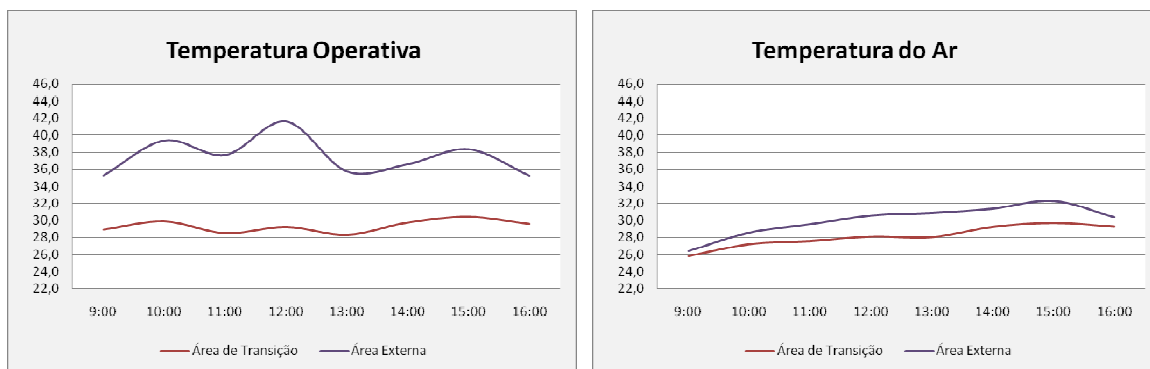


Figura 8 – Gráficos de temperatura operativa e do ar para a área de transição e área externa do edifício da zootecnia.

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 tabela 14 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 14 – Médias do VME, PEI, Sensação e preferência térmica da área de transição do edifício da hidráulica.

| | Área de Transição | | |
|-------|-------------------|------------------|---------------|
| | VME | Sensação Térmica | Pref. Térmica |
| Média | 1,2 | 0,6 | -0,5 |

Ao avaliar a sensação do choque térmico do percurso sala de aula → área externa através da tabela 15 pode-se observar que a grande maioria dos entrevistados afirma perceber este choque, enquanto a maioria dos usuários da sala 1, que não atravessam a área de transição, considera esta sensação mais incômoda.

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 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.

Tabela 15 – Avaliação das impressões dos entrevistados quanto aos possíveis percursos sala de aula → área externa.

| | Sente o choque térmico ao sair da sala de aula? | | Este choque te incomoda? | | Você acredita que a área de transição pode amenizar esta sensação? | |
|-------------------------|---|-------|--------------------------|-------|--|-------|
| | Sim | Não | Sim | Não | Sim | Não |
| Sala 1 (Sem Ar) | 84,0% | 16,0% | 72,0% | 28,0% | 69,2% | 30,8% |
| Sala 2 (Manhã - Com Ar) | 89,2% | 10,2% | 64,9% | 35,1% | 81,1% | 18,9% |
| Sala 2 (Tarde - Sem Ar) | 84,8% | 15,2% | 51,5% | 48,5% | 72,7% | 27,3% |

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 mais sua importância (81,1%).

5. CONSIDERAÇÕES

Através das análises dos dados foi possível entender o comportamento térmico das salas de aula estudadas e compreender a importância das áreas de transição como elemento apaziguador de clima para os usuários dos edifícios e como elemento de transição do espaço interior para a área externa.

A maioria dos usuários perceberam a sensação de choque térmico causada pelo percurso interior → exterior, incluindo os que utilizaram a área de transição. Além disso, a maioria dos que perceberam este choque afirmaram que essa sensação é incômoda.

Entre as quatro áreas de transição estudadas apenas a do edifício da zootecnia da ESALQ é realmente vivenciada pelos alunos. Além de utilizarem o local para esperar as aulas, os alunos permaneceram ali para estudar, descansar ou como espaço de convívio social. Já a área de transição externa da UNIMEP, localizado bem próxima ao edifício onde acontecem as aulas, mesmo configurando um espaço de permanência para os alunos, amplo e com ótima iluminação e ventilação naturais, foi o ambiente menos utilizado pelos usuários.

Através da análise das configurações construtivas e também das variáveis ambientais dos ambientes de transição, é possível perceber que a implantação e o uso dos materiais corretos são fundamentais para que o espaço funcione como apaziguador de clima e seja vivenciado pelos usuários e ambientes mal projetados e com o uso incorreto dos materiais podem acabar inutilizados. Para que os espaços de transição funcionem como amenizadores do choque térmico da passagem interior → exterior, principalmente quando os ambientes internos forem artificialmente condicionados, devem apresentar temperaturas intermediárias para que as diferenças de temperatura entre os ambientes sejam menores e o choque minimizado.

É fundamental que se use o ar condicionado nas salas de aula apenas em horários críticos, diminuindo o impacto de temperatura entre os ambientes internos e externos, além da contribuição ao meio ambiente e economia de energia. É preciso saber valer-se de artifícios de projeto para que o ambiente se torne um espaço agradável, claro e bem ventilado, diminuindo a sensação de desconforto aparente causada por ambientes fechados e escuros e diminuindo assim a necessidade aparente de uso do ar condicionado.

6. CONCLUSÕES

Através da análise dos dados foi possível entender o comportamento térmico dos ambientes estudados e compreender a importância das áreas de transição como elemento apaziguador do microclima e do choque térmico para os usuários dos edifícios durante a transição do espaço interior para a área externa.

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 acreditam que a área de transição pode amenizar essa sensação incômoda.

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 bruscas de temperatura entre os ambientes internos e externos, desde que sejam projetados corretamente.

7. REFERÊNCIAS

- 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.
- FANGER, O. **Thermal Comfort – Analysis and Application in Engineering**. Copenhagen, 1970. 244p.
- 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.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 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.
- 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.
- 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.