



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

PRISCILLA LACERDA DUARTE DAVID

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE TÉRMICA DE ESPAÇOS DE TRANSIÇÃO DO
TIPO LINEAR EXTERNO**

BAURU
2016

PRISCILLA LACERDA DUARTE DAVID

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE TÉRMICA DE ESPAÇOS DE TRANSIÇÃO DO
TIPO LINEAR EXTERNO**

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

Orientadora: Maria Solange Gurgel de Castro Fontes

BAURU
2016

David, Priscilla Lacerda Duarte.
Avaliação da Qualidade Térmica de Espaços de
Transição do Tipo Linear Externo / Priscilla Lacerda
Duarte David, 2016
78 f.

Orientador: Maria Solange Gurgel de Castro Fontes

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

1. Espaços de Transição. 2. Qualidade Térmica. 3.
Microclimas. I. Universidade Estadual Paulista.
Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. II.
Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de PRISCILLA LACERDA DUARTE DAVID, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO.

Aos 19 dias do mês de fevereiro do ano de 2016, às 09:00 horas, no(a) Auditório da Seção Técnica de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. MARIA SOLANGE G DE C FONTES do(a) Departamento de Arq Urb e Paisagismo / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicacao de Bauru, Professora Adjunto LEA CRISTINA LUCAS DE SOUZA do(a) Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia / UNIVERSIDADE FEDERAL DE SAO CARLOS, Prof. Dr. JOAO ROBERTO GOMES DE FARIA do(a) Departamento de Arq Urb e Paisagismo / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicacao de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de PRISCILLA LACERDA DUARTE DAVID, intitulada **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE TÉRMICA DE ESPAÇOS DE TRANSIÇÃO DO TIPO LINEAR EXTERNO**. Após a exposição, a discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADA _ _ _ . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Profa. Dra. MARIA SOLANGE G DE C FONTES


Professora Adjunto LEA CRISTINA LUCAS DE SOUZA


Prof. Dr. JOAO ROBERTO GOMES DE FARIA

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as oportunidades que tive até aqui e pelas dificuldades que têm tornado meu crescimento possível.

À minha família, por todo o apoio desde sempre e sem o qual não seria possível a finalização desse curso.

Ao Neto, meu companheiro de vida, por toda a paciência empreendida e por ser meu maior incentivador.

À Profa. Maria Solange Gurgel de Castro Fontes, pela disposição em me orientar nesse trabalho, do qual participou ativamente e a quem sempre terei grande admiração.

Aos Professores João Roberto Gomes de Faria e Lea Cristina Lucas de Souza, pelas contribuições nesse trabalho.

Aos colegas de mestrado, que partilharam das alegrias e angústias da pós-graduação, em especial à Fabiana Faustini, Thyssie Rioli e Wilton Silva, pela colaboração mais próxima e efetiva ao longo de todo o processo.

Ao IPMET, pelo fornecimento de dados que foram essenciais para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos diversos setores da UNESP, que de alguma forma colaboraram para a execução desse trabalho, seja no fornecimento de dados, na disposição dos funcionários em ajudar ou no apoio financeiro recebido.

RESUMO

Essa pesquisa investiga as relações entre a qualidade térmica dos espaços de transição com os seus atributos físicos e condições térmicas do entorno imediato, a partir de levantamentos microclimáticos em oito espaços de transição do tipo linear externo e nos espaços internos e externos a eles associados, em condições de tempo quente. Os espaços escolhidos estão inseridos em um ambiente universitário na cidade de Bauru-SP e, por estarem localizados em edifícios de salas de aula, constituem em importantes ambientes de convívio de estudantes. Para verificar a influência dos atributos projetuais, foram definidos parâmetros de avaliação (intensidade da radiação solar incidente, obstrução do entorno, relação altura (H) e largura (W) e desempenho térmico da cobertura) e indicadores para cada um desses quatro parâmetros (de peso 0,25), distribuídos em um escala semântica variando de 0-péssimo, 0,25-ruim, 0,50-regular, 0,75-bom e 1-ótimo. Assim, foi criada uma metodologia para avaliar a qualidade térmica dos espaços de transição do tipo linear externo, que foi aplicada aos espaços estudados, para identificar quais parâmetros contribuem positiva ou negativamente para a qualidade térmica de cada. Essa metodologia permite elencar os melhores indicadores para uma avaliação positiva para os espaços de transição e os que devem ser evitados. No entanto, a qualidade microclimática dos ambientes externos adjacentes aos de transição são decisivos para uma ótima avaliação térmica. Os resultados evidenciam que a qualidade térmica dos espaços de transição é influenciada por alguns atributos projetuais e também pelas características de obstrução do entorno, além da qualidade microclimática do entorno imediato. A pesquisa também comprovou o papel amenizador microclimático e das condições de conforto térmico, calculados por meio do índice PET e, assim, reforçou resultados obtidos em estudos abordados na revisão bibliográfica. Espera-se que essa pesquisa possa contribuir para subsidiar intervenções projetuais nos espaços avaliados; contribuir para o projeto de novos espaços de transição, além de incentivar o desenvolvimento de estudos similares em outros contextos climáticos e em diferentes condições de tempo.

Palavras chave: espaços de transição, qualidade térmica, microclimas.

ABSTRACT

This research investigates the relationship between the thermal quality of transitional spaces and their physical attributes, and the thermal conditions of their immediate surroundings. The study was based on microclimatic data monitoring conducted in warm weather conditions in eight linear, external transitional spaces, and in the internal and external spaces associated with them. The spaces selected are located at a university setting in the city of Bauru-SP; and because they are within classroom buildings, these spaces represent important environments for student interaction. In order to verify the influence of project attributes, evaluation parameters (solar radiation intensity, obstruction of surroundings, height (H) and width (W), and thermal performance of the roof), and indicators for each of these four parameters were set and distributed in a semantic scale that varied from 0-very bad, 0.25-bad, 0.50-average, 0.75-good, to 1-very good. This way, a methodology was created to evaluate the thermal quality of linear external transitional spaces, and applied to the spaces studied to identify which parameters contribute positively or negatively to the thermal quality of each one. This methodology allows for the classification of the best indicators, as well as the ones that should be avoided, for a positive evaluation of the transitional spaces. The results reveal that the thermal quality of transitional spaces is influenced not only by some project attributes but also by obstruction of surroundings characteristics, and by the microclimatic quality of the immediate surroundings. This research also proved the mitigating roles of microclimatic and thermal comfort conditions, which were calculated using the PET index, thereby reinforcing the results obtained in studies addressed in the bibliographic review. It is expected that this research will contribute to subsidizing project interventions in the spaces evaluated, and projects of new transitional spaces, in addition to promoting the development of similar studies in other climatic contexts, and in different weather conditions.

Keywords: transitional spaces, thermal quality, microclimates

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Croqui mostrando exemplos de espaços de transição.....	15
Figura 2 – Tipologias de espaços de transição	17
Figura 3 – Tipologias de espaços de transição	18
Figura 4 – Espaço de transição no Museu de Arte Moderna de São Paulo, que se configura como linear externo	18
Figura 5 – Espaço de transição na Biblioteca Mário de Andrade, em São Paulo, que se configura como foyer interno	19
Figura 6 – Ruínas e planta do Parthenon – Atenas, Grécia	20
Figura 7 – Colunata da Basílica de São Pedro - Vaticano	20
Figura 8 – Dados estatísticos de temperatura do ar de Bauru-SP no período de 2001-2010	29
Figura 9 – Dados estatísticos de precipitação de Bauru-SP no período de 2001-2010	29
Figura 10 – Localização dos edifícios de salas de aula no campus da UNESP-Bauru	30
Figura 11 – Termômetro de Globo Digital Instrutherm TGD-100.....	34
Figura 12 – Estação meteorológica	34
Figura 13 – Imagem de satélite e Planta do Edifício A sem escala e com a localização dos pontos de medição.....	35
Figura 14 – Imagem de satélite e Planta do Edifício B sem escala e com a localização dos pontos de medição.....	35
Figura 15 – Imagem de satélite e Planta dos Edifícios E e F sem escala e com a localização dos pontos de medição.....	36
Figura 16 – Imagem de satélite e Planta dos Edifícios H e I sem escala e com a localização dos pontos de medição.....	36
Figura 17 – Síntese da metodologia da pesquisa para reconhecimento do papel amenizador microclimático e comparação dos diferentes espaços de transição	37
Figura 18 – Modelo do espaço de transição e ilustração do ângulo de sombra vertical frontal (α externo)	40
Figura 19 – Aplicação do ângulo α externo de 63° na Carta solar da cidade de Bauru para diferentes orientações	40

Figura 20 – Ilustração do posicionamento da câmera.....	43
Figura 21 – Aplicação do α externo de (a) 37° (H/W=0,8) e (b) 63° (H/W=2) na Carta solar da cidade de Bauru para orientação Oeste	45
Figura 22 – Escala de valores	47
Figura 23 - Síntese da metodologia de avaliação qualitativa dos espaços de transição e aplicação.....	47
Figura 24 – Gráficos de (a) temperatura e (b) umidade relativa do ar para os espaços do edifício A.....	49
Figura 25 – Gráficos de (a) temperatura e (b) umidade relativa do ar para os espaços do edifício B.....	49
Figura 26 – Gráficos de (a) temperatura e (b) umidade relativa do ar para os espaços dos edifícios E e F.....	49
Figura 27– Gráficos de (a) temperatura e (b) umidade relativa do ar para os espaços dos edifícios H e I.....	50
Figura 28 – Valores médios de temperatura do ar para os espaços analisados no edifício A, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.....	51
Figura 29 – Valores médios de umidade relativa do ar para os espaços analisados no edifício A, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.....	51
Figura 30 – Valores médios de temperatura do ar para os espaços analisados no edifício B, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.....	52
Figura 31 – Valores médios de umidade relativa do ar para os espaços analisados no edifício B, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.....	52
Figura 32 – Valores médios de temperatura do ar para os espaços analisados nos edifícios E e F, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.....	53
Figura 33 – Valores médios de umidade relativa do ar para os espaços analisados nos edifícios E e F, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.....	53
Figura 34 – Valores médios de temperatura do ar para os espaços analisados nos edifícios H e I, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.....	34
Figura 35 – Valores médios de umidade relativa do ar para os espaços analisados nos edifícios H e I, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.....	34
Figura 36 – Gráficos do índice PET dos espaços analisados nos Edifícios (a) A, (b) B, (c) E/F e (d) H/I	55

Figura 37 – Gráficos de temperatura do ar calculada por regressão linear dos espaços analisados nos Edifícios (a) A, (b) B, (c) E/F e (d) H/I.....	57
Figura 38 – Valor médio de temperatura do ar calculada por regressão linear dos espaços de transição avaliados	57
Figura 39 – Escala de valores dos Espaços de Transição A1 e A2	61
Figura 40 – Escala de valores dos Espaços de Transição B1 e B2	63
Figura 41 – Escala de valores dos Espaços de Transição E e F	64
Figura 42 – Escala de valores do Espaço de Transição H.....	65
Figura 43 – Escala de valores do Espaço de Transição I	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Síntese das principais pesquisas internacionais e nacionais realizadas em espaços de transição	25
Tabela 2 – Atributos físicos dos espaços de transição selecionados para análise ...	31
Tabela 3 – Dados do usuário padrão do campus da UNESP-Bauru, definido por Takamune, 2013	34
Tabela 4 – Indicadores do parâmetro de avaliação “Intensidade da radiação solar incidente”	42
Tabela 5 – Indicadores do parâmetro de avaliação “Obstrução do entorno”	44
Tabela 6 – Indicadores do parâmetro de avaliação “Influência da altura e largura” ..	45
Tabela 7 – Indicadores do parâmetro de avaliação “Desempenho térmico dos materiais de cobertura”	46
Tabela 8 – Parâmetros e indicadores de avaliação da qualidade térmica de espaços de transição do tipo linear externo	59
Tabela 9 – Atributos físicos dos espaços de transição dos edifícios analisados.....	60
Tabela 10 – Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço A1	61
Tabela 11 – Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço A2	62
Tabela 12 – Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço B1	62
Tabela 13 – Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço B2	63
Tabela 14 – Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço E	63
Tabela 15– Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço F	64
Tabela 16 – Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço H	65
Tabela 17 – Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço I.....	65

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS.....	13
1.1.1	Objetivo geral.....	13
1.1.2	Objetivos específicos	13
1.2	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	13
2.	ESPAÇOS DE TRANSIÇÃO	15
2.1	Contexto histórico.....	19
2.2	Qualidade térmica dos espaços de transição	21
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.1	Descrição da área de Estudo	28
3.2	Caracterização dos espaços de transição analisados.....	30
3.3	Monitoramento microclimático	33
3.4	Avaliação da qualidade térmica dos espaços de transição	38
3.4.1	Intensidade da radiação solar incidente.....	39
3.4.2	Obstrução do entorno	42
3.4.3	Influência da altura (H) e da largura (W)	44
3.4.4	Desempenho térmico dos materiais de cobertura.....	46
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1	Variações microclimáticas e do índice PET.....	48
4.1.1	Aplicação do índice PET	54
4.2	Análise comparativa das variações de temperatura entre os espaços de transição e ambientes adjacentes	56
4.3	Avaliação da qualidade térmica dos espaços de transição do tipo linear externo	58
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
	ANEXO 1.....	74
	ANEXO 2.....	78

1. INTRODUÇÃO

O desempenho das atividades humanas é fortemente influenciado pelas condições microclimáticas do ambiente construído, que afetam de forma positiva ou negativamente as condições de conforto térmico humano. Por isso, essa área do conhecimento é, há algum tempo, objeto de interesse de muitas pesquisas que buscam, entre vários aspectos, investigar relações entre microclimas e a qualidade do ambiente construído.

Esse tipo de pesquisa é importante para auxiliar o desenvolvimento de projetos de espaços internos, externos e de transição, que contribuam para a criação de microclimas agradáveis ao convívio humano. A maior quantidade de pesquisas na área foi desenvolvida em ambientes internos, seguida dos estudos em espaços externos, mas ainda são raros os estudos em ambientes de transição. Os espaços de transição são ambientes intermediários entre os ambientes internos e externos, e podem apresentar diversas configurações tipológicas, dimensões e materiais. Em geral, são do tipo linear externo, segundo a classificação de Pitts e Saleh (2007), ou seja, se configuram como uma extensão da cobertura do edifício, protegendo suas esquadrias, principalmente as que dão acesso ao edifício, como no caso das varandas.

Esses espaços têm especificidades em função das suas características construtivas e por sofrerem influências, tanto das áreas internas quanto das externas ao edifício, e apresentam, assim, grande variedade em suas condições microclimáticas (CHUN et al., 2004).

Os estudos nos espaços de transição começaram a aparecer nas publicações de periódicos internacionais a partir dos anos 2000, com o trabalho de Potvin (2000). A maioria desses estudos tem como temática as condições de conforto, e faz uso de normas e metodologias de pesquisa desenvolvidas originalmente para pesquisas em espaços internos, que também foram transferidas e adaptadas para estudos similares em espaços externos.

As pesquisas em espaços de transição utilizam diferentes índices de avaliação de conforto térmico, como por exemplo, o índice PET (Temperatura

Fisiológica Equivalente), desenvolvido por Mayer e Höpfe (1987), e aplicado em pesquisa desenvolvida por Deb e Ramachandraiah (2010). Trata-se de um índice que é amplamente utilizado em estudos no Brasil (DACANAL et al., 2010; LABAKI et al., 2012; FONTES et al., 2012, entre outros), pela representatividade de seus resultados e a facilidade de cálculo por meio do software RayMan (MATZARAKIS et al., 2007).

A importância de avaliar os microclimas e as condições de conforto térmico nos espaços de transição é justificada pela sua função social e importância na composição do edifício, tanto pelo fator estético, quanto funcional. Seu uso pode estar associado à passagem ou a uma curta permanência do usuário, como por exemplo, um hóspede sentado em um lobby de um hotel ou um pedestre caminhando sob uma estação de trem. Em geral, essa curta permanência do usuário gera uma dificuldade nas pesquisas com aplicação de questionários, em função do pouco tempo de adaptação às condições locais.

O potencial dos espaços de transição é demonstrado em várias pesquisas (JITKHAJORNWANICH; PITTS, 2002; CHUN et al., 2004; SINOUE; STEEMERS, 2004; CHUN; TAMURA, 2005; PITTS; SALLEH, 2007; SKULBS, 2009; ARGUELLES, 2011), que ressaltam a importância desse espaço para a diminuição do choque térmico do usuário, que transita entre os ambientes adjacentes, e também para a eficiência energética do edifício.

No entanto, existe uma carência relacionada à investigação de como a qualidade térmica dos espaços de transição sofre influência de diferentes atributos físicos e do entorno imediato. Nesse contexto, se insere essa pesquisa, desenvolvida em espaços de transição de edifícios destinados a salas de aula, de um ambiente de educação superior, o câmpus da Universidade Estadual Paulista, localizado em Bauru, uma vez que são importantes ambientes de convívio de estudantes.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Criar uma metodologia de avaliação dos espaços de transição do tipo linear externo, a partir de parâmetros e indicadores que influenciam a qualidade térmica desses espaços.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar as variações microclimáticas e do índice PET (Temperatura Fisiológica Equivalente) nos espaços de transição do tipo linear externo, em um ambiente universitário, e nos espaços internos e externos a eles associados, em condições de tempo quente;
- Reconhecer o papel amenizador microclimático e do índice PET dos espaços de transição;
- Identificar principais parâmetros (atributos físicos e condições do entorno imediato) que influenciam a qualidade térmica dos espaços de transição e seus indicadores;
- Avaliar a qualidade térmica em espaços de transição de edifícios de um ambiente universitário, a partir desses parâmetros.

1.2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

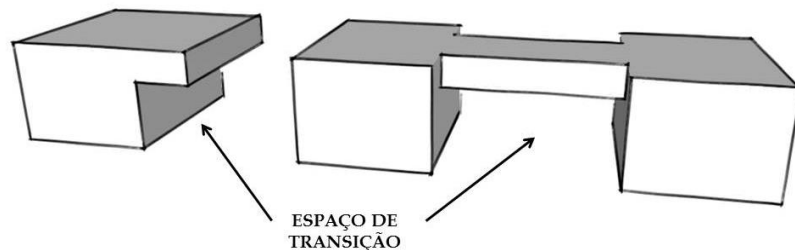
A estrutura da dissertação foi dividida em quatro partes. A primeira, que compreende o segundo capítulo, refere-se à revisão bibliográfica e aborda os conceitos, aspectos históricos e pesquisas sobre microclimas e conforto térmico em espaços de transição. A segunda parte, terceiro capítulo, refere-se aos materiais e métodos utilizados e descreve a área de estudo, caracteriza os espaços analisados

e aborda os procedimentos metodológicos para cumprir com os objetivos da pesquisa. A terceira parte, quarto capítulo, mostra os resultados e discussões a partir da análise dos dados coletados em monitoramento microclimático e calculados por regressão linear, com os dados da estação meteorológica local. Mostra, ainda, a aplicação da metodologia desenvolvida para avaliação da qualidade térmica de espaços de transição do tipo linear externo. Por último, no quinto capítulo, são feitas as considerações finais do trabalho e sugestões para novas pesquisas.

2. ESPAÇOS DE TRANSIÇÃO

Espaços de transição são aqueles situados entre as áreas internas e externas de um edifício, que possuem uma relação espacial com este, mas não necessariamente estão conectados a ele. Em climas tropicais, como ocorre em grande parte do Brasil, em geral se configura como uma extensão da cobertura do corpo principal do edifício, e pode se conectar a outros edifícios ou ao espaço externo (figura 1).

Figura 1 – Croqui mostrando exemplos de espaços de transição.



Os espaços de transição são definidos por Chun et al. (2004) como espaços arquitetônicos que intermedeiam espaços internos e externos do edifício, e são considerados uma de suas áreas mais importantes. Isso porque influenciam nas sensações e percepções da arquitetura pelo usuário e têm papel fundamental para circulação, estética e meio ambiente, pois variam de 10 a 40% na composição geral de um edifício (PITTS; SALEH, 2007).

Além disso, esse tipo de espaço tem forte função social, pois age como um vão ampliado da porta (UNWIN, 2007), ou seja, um prolongamento da barreira interior/externa, acessível aos usuários de ambos os locais que intermedeia. Dessa forma, uma de suas principais características, além de constituírem espaços de circulação, é serem também locais de encontro e despedida, que acabam por se tornar um ambiente de convívio muito importante, em vista do seu caráter informal, que propicia interações sociais mais livres e espontâneas (BOTELHO, 2010).

Os espaços de transição possuem microclimas dinâmicos, já que se caracterizam como um misto de ambos os espaços adjacentes, ou seja, são

influenciados em maior ou menor grau tanto pelo espaço interno, quanto pelo espaço externo do edifício.

Essa proximidade do espaço de transição com o espaço externo proporciona, ainda, certo contato com a paisagem natural aos seus usuários, que tanto preenche a necessidade humana de estar conectado à natureza, como cria oportunidades para experiências espaciais (BOLOS, 2009). Assim, Bolos (2009) afirma que o espaço de transição atua como um mediador entre a paisagem natural e sem controle climático e o ambiente totalmente regulado construído pelo homem.

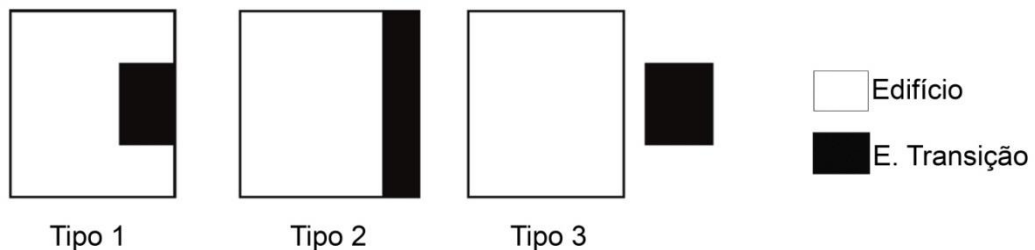
Dessa maneira, ao mesmo tempo em que oferece um local de contemplação protegido do sol e das intempéries, os espaços de transição sujeitam seus usuários a efeitos de instabilidade climática, já que, em geral, não possuem sistemas artificiais de controle de temperatura e umidade. A existência desse tipo de espaço proporciona ainda a oferta contínua de ventilação na edificação. Isso porque, ao atuar como um grande beiral, no caso de espaços avarandados, permite a abertura dos vãos laterais de ventilação mesmo em dias chuvosos, diminuindo a umidade por condensação, o calor latente, e aumentando, desta forma, a sensação de conforto térmico em clima quente e úmido (BRANDÃO; MARTINS, 2008).

Sinou e Steemers (2004) reforçam a importância das áreas de transição, pois de acordo com sua configuração e características construtivas, podem ser úteis pelos seguintes motivos:

- Funcionam como barreira de proteção ao edifício, reduzindo seu gasto energético;
- Formam zonas de microclima intermediário ao espaço interno e externo, em geral mais quentes no inverno e mais frescas no verão;
- Criam espaços confortáveis de convívio social, para relaxar, interagir ou ocupar-se de outras atividades;
- Oferecem um espaço para aclimatação ao usuário que se deslocam entre os ambientes adjacentes;
- Criam espaços de ligações entre edifícios e atuam como elementos de unificação entre diferentes componentes do espaço urbano.

A tipologia do espaço de transição pode variar de acordo com as características climáticas do local em que o edifício está inserido e as intenções do arquiteto. Chun et al. (2004) classificam esses espaços em 3 tipologias (figura 2), ao considerar basicamente a relação que essas áreas possuem com o ambiente interno.

Figura 2 – Tipologias de espaços de transição.



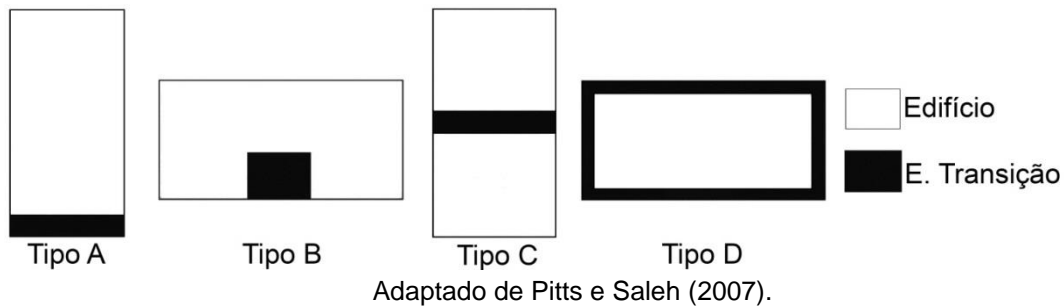
Fonte: Adaptado de Chun et al. (2004).

Nessa classificação, o tipo 1, um espaço contido dentro de um edifício, como um lobby ou hall de entrada, apresenta uma mescla das condições climáticas internas e externas ao edifício e sofre mudanças conforme haja a entrada e saída de usuários. O tipo 2, um espaço anexo ao edifício, ou seja, um espaço coberto conectado ao edifício, como corredores e varandas, tem condições climáticas que sofrem maiores influências pelo clima externo. O tipo 3, um espaço essencialmente externo, como pergolados e quiosques, apresenta condições climáticas similares ao clima externo, e são eficazes no bloqueio da irradiação solar direta.

Já os autores Pitts e Saleh (2007) dividiram os espaços de transição em 4 tipologias, como pode ser visto na figura 3. Essa divisão fez parte de uma pesquisa que analisou comparativamente o impacto desses espaços sobre o consumo de energia dos edifícios.

As tipologias A e B são semelhante às apresentadas por Chun et al. (2004): o tipo A se caracteriza por se um espaço de transição linear externo, ou seja, um espaço avarandado; o tipo B é um espaço de transição do tipo foyer interno, como o lobby de um hotel. O tipo C se caracteriza como um espaço de transição entre edifícios e o tipo D se configura como um espaço avarandado circundando toda a extensão do edifício.

Figura 3 – Tipologias de espaços de transição.



A tipologia do espaço de transição vai influir diretamente em seu comportamento térmico, assim como seus demais atributos físicos, ou seja, materiais construtivos, dimensões, orientação solar, presença de água e vegetação (DAVID et al., 2014). Nesse sentido, as características arquitetônicas de um espaço de transição ideal vão depender do clima da região em que está inserido (CHUN et al., 2004), podendo contribuir principalmente para eficiência energética do edifício, ao amenizar a incidência solar direta e as perdas de energia ao longo do dia; e diminuição do choque térmico pelo usuário, já que seu desempenho climático é uma gradação de ambos os espaços adjacentes, agindo assim diretamente para a sustentabilidade da edificação.

As figuras 4 e 5 mostram exemplos de espaços de transição em edifícios públicos no Brasil, que se caracterizam por serem do tipo linear externo e foyer interno, respectivamente.

Figura 4 – Espaço de transição no Museu de Arte Moderna de São Paulo, que se configura como linear externo.



Figura 5 – Espaço de transição na Biblioteca Mário de Andrade, em São Paulo, que se configura como foyer interno.



Fonte: <<http://f.i.uol.com.br/folha/ilustrada>>. Acesso 15 Mai. 2015.

2.1 Contexto histórico

Na história da arquitetura, Bolos (2009) afirma que, inicialmente, o espaço de transição foi utilizado pelo homem como uma forma de viver no ambiente construído, abrigado, sem se desconectar completamente do ambiente natural. Dessa forma, criou espaços liminares onde a natureza e a construção coexistiam, sem que houvesse ameaças mútuas.

Assim, o espaço de transição foi um elemento muito utilizado, principalmente em locais de climas quentes. Ilham (2006) destaca que estes espaços foram usados para criar sombras para as paredes externas, para amenizar os microclimas internos e em torno dos edifícios e para criar uma transição suave entre o interior e o exterior. Assim, esses espaços apareceram na arquitetura em forma de arcadas, colunatas, varandas, galerias, pátios e mercados cobertos.

Um exemplo, o Parthenon, uma construção que expressa a monumentalidade da arquitetura grega, teve incorporado ao corpo do edifício, um espaço de transição que, além da questão estética e de composição do edifício, fazia uma amarração entre o interior e o exterior (figura 6). Outro exemplo de espaços de transição em edifícios que marcaram a história, e que nesse caso, sobreviveu à ação do tempo, é a colunata que Gian Lorenzo Bernini desenhou para a Basílica de São Pedro no Vaticano (figura 7).

Figura 6 – a) Ruínas e b) planta do Parthenon – Athenas, Grécia.



Fonte: a) <<http://www.visitgreece.gr/>>; b) <http://www.u.arizona.edu/~ssmorgan/acropolis/style.html>. Acesso 21 Mai. 2015.

Figura 7 – Colunata da Basílica de São Pedro - Vaticano.



Fonte: <<http://www.colegiodearquitetos.com.br/>>. Acesso 21 Mai. 2015.

No Brasil, a tipologia avarandada de espaço de transição tem grande tradição e é resultado de uma adequação climática da arquitetura portuguesa. A varanda trazida pelos portugueses tem origem na cultura moura, já então assimilada por Portugal devido ao tempo em que este foi ocupado pelos povos do norte da África, e na cultura asiática, e chega ao Brasil por meio das navegações portuguesas (BRANDÃO; MARTINS, 2007). Esse recurso arquitetônico foi assimilado pela casa brasileira e aparece em todo o território nacional até os dias de hoje.

Kowaltowski et al. (2003) explicam que a varanda surge no Brasil como principal elemento filtrante do exterior, selecionando apenas o que interessa à intimidade da família patriarcal. Ainda segundo esses autores, este espaço tem importante função climática, pois cria uma zona de sombras que impede o contato

direto da radiação solar com as paredes das fachadas das habitações. Trata-se de um elemento que foi naturalmente usado para proporcionar maior conforto ao usuário da edificação, ao proporcionar sombra a edificação e impedir e/ou reduzir a irradiação solar direta nos ambientes internos (BRANDÃO; MARTINS, 2008).

De acordo com Debret (1940, apud BRANDÃO, 2012),

Os estudiosos de arquitetura sempre encontram nas regiões meridionais [...] o uso de um abrigo colocado do lado externo das habitações: a galeria mouresca, a loggia italiana e a varanda brasileira aqui representada. É muito natural que com uma temperatura que atinge às vezes 45° de calor, sob um sol insuportável durante seis a oito meses no ano, o brasileiro tenha adotado a varanda nas suas construções; por isso encontra-se, embora muito simplesmente construída, até nas habitações mais pobres. (DEBRET, 1940, p.141 e 142).

Brandão (2012) e Kowaltowski et al. (2003) apontam que os aspectos formais das varandas variaram ao longo do tempo, de acordo com as técnicas construtivas, com os estilos arquitetônicos, com os costumes e interesses de cada época, o que vai determinar a existência de diversas tipologias. Elas aparecem inicialmente na área rural e, posteriormente, migram para as cidades, evoluindo até a “varanda gourmet”, comum nos apartamentos contemporâneos brasileiros.

As características apresentadas dos espaços de transição e sua importância histórica para a arquitetura evidenciam o grande valor que esses espaços podem ter para a edificação e seus usuários, e, assim, o porquê do interesse crescente dos pesquisadores em abordar a temática, ao investigar seus aspectos sociais e principalmente ambientais.

2.2 Qualidade térmica dos espaços de transição

Diversos estudos, conduzidos em laboratório e em campo, têm buscado investigar a qualidade térmica dos espaços de transição, por meio da caracterização dos seus microclimas e condições de conforto térmico real (a partir de questionários com os usuários) ou calculado (com o uso de índices térmicos). Para avaliação desses espaços, não há metodologia específica, no entanto, a necessidade de

pesquisas na área força o uso de métodos adaptados de avaliação de ambientes internos e externos. Assim, a maioria das pesquisas na área consiste na medição das variáveis ambientais - radiação solar, temperatura do ar, umidade e velocidade do vento, e aplicação de questionários. Essas medições ocorrem no espaço de transição e nos espaços internos e externos a eles associados e permitem, assim, observar a relação que esses espaços têm entre si.

Pesquisa realizada por Jitkhajornwanich e Pitts (2002), em espaços de transição de 5 edifícios comerciais de Bangkok – Tailândia, cidade de clima tropical quente e úmido, coletou dados em campo, nos meses de dezembro, janeiro e abril. O estudo comparou 4 grupos distintos de usuários, que se moviam do ambiente externo para o ambiente interno condicionado, ou naturalmente ventilado, e os que faziam o caminho contrário. Os resultados mostraram que os usuários em geral têm sensação e expectativa térmica na escala “quente”, e preferência térmica na escala “frio”, um reflexo das condições climáticas do local.

A pesquisa ainda indicou o potencial dos espaços de transição para a melhoria do conforto dos ocupantes no trajeto interior/externo e exterior/interno, já que o ambiente ameniza a reação às mudanças das condições ambientais. Isso acarreta duas vantagens: a redução da necessidade de energia para condicionar o espaço de transição em si; e um potencial para reduzir o uso de energia para condicionar os espaços internos de um edifício, pois o espaço de transição diminui a perda de energia do espaço interno para o externo.

Chun e Tamura (2005) analisaram espaços de transição urbanos na cidade de Yokohama – Japão. A coleta de dados ocorreu no verão, outono e inverno, além de uma experiência em laboratório para efeitos de comparação, para entender a aclimação do usuário ao percorrer ambientes com temperaturas distintas em um curto espaço de tempo. Nesse estudo, foi constatado que a percepção do usuário varia de acordo com as condições do ambiente anterior, ou seja, uma pessoa vinda de um ambiente mais quente, vai sentir frio em um ambiente ameno, e uma pessoa vinda de um ambiente mais frio vai sentir calor no mesmo ambiente ameno, é a chamada “*Relative evaluation tendency*” (Tendência de avaliação relativa). Os usuários mostraram ainda ampla adaptação de sua sensação térmica, o que

significa que não é necessário haver um controle rígido de temperatura nesses locais, diminuindo o consumo de energia do edifício.

Os pesquisadores Saleh e Pitts (2006) colaboram no mesmo sentido e sugerem que os usuários dos espaços de transição não exigem um controle rígido de temperatura e conforto, associado com as áreas internas e mais usadas de um edifício. Assim, seu uso em condições ambientais naturais, que figuram entre as condições internas e externas, pode oferecer benefícios como: a redução de choque térmico para os ocupantes que se movem para dentro e fora dos espaços, bem como modificar as expectativas de conforto.

No entanto, nos casos em que há condicionamento do ar nos espaços de transição, esses podem apresentar elevado consumo de energia, chegando a até 3 vezes o consumo de todo o restante do edifício, além de sobrecarregar todo o sistema de condicionamento de ar, como apontam Pitts e Saleh (2007). Nessa mesma pesquisa, houve a comprovação da eficiência do espaço de transição para a economia de energia do edifício por meio de simulações em computador. A pesquisa mostrou as diferenças na influência das tipologias sobre o edifício, o que quer dizer que espaços que compõe as fachadas mais amplas de edificações são mais eficazes no potencial de economia de energia, assim como há uma modesta contribuição de sua orientação solar.

O estudo de Hwang et al. (2008) buscou avaliar as diferenças nas percepções de clientes e funcionários de um espaço de transição comercial em Taichung - Taiwan, cidade de clima quente e úmido. Houve medições das variáveis ambientais e aplicação de questionários nos usuários divididos em dois grupos: clientes e funcionários. Os resultados indicaram que os clientes são menos tolerantes ao calor, indicando a preferência por microclimas controlados nos espaços de transição, semelhantes aos de escritórios.

Já a pesquisa de Arguelles (2011) investigou a influência do espaço de transição avarandado para a regulação do conforto no ambiente interno a partir de monitoramento microclimático em 2 espaços de transição, um com vidro e outro sem, em apartamentos em Lisboa – Portugal, cidade de clima temperado. Nessa pesquisa também foi desenvolvido um modelo computacional para investigar a influência de cada espaço de transição dentro da habitação. Os resultados mostram

que o apartamento com a varanda envidraçada é o mais eficiente na luta contra o desconforto associado com temperaturas baixas no inverno. Esse tipo de espaço pode ser muito eficaz para os edifícios durante todo o ano nesse tipo de clima, se combinados à orientação solar, ventilação e o uso de outros dispositivos de sombreamento.

No Brasil, se destacam as pesquisas de Kowaltowski et al. (2003), Monteiro e Alucci (2007) e de Skulbs (2009), além de alguns artigos publicados em congressos nacionais (NASCIMENTO; LABAKI, 2005; SKULBS; LABAKI, 2007; SKULBS; LABAKI, 2008; SKULBS; LABAKI, 2009; MEDINILHA et al., 2009; MATHEUS; LABAKI, 2011).

A pesquisa de Kowaltowski et al. (2003) avaliou espaços de transição em moradias autoconstruídas em 5 bairros periféricos de Campinas – SP. A metodologia incluiu a aplicação de questionários e a análise das plantas em uma amostra de 5% do total de residências das regiões analisadas. Os resultados mostraram a presença da varanda em 41% das residências, sobretudo na área dos fundos, ligada à cozinha e utilizada principalmente para a secagem de roupas e outras atividades domésticas. Houve ainda, a percepção da maioria dos usuários para a importância da varanda como elemento de proteção durante as chuvas e sombreamento, já que ela atua no controle da temperatura interna.

Monteiro e Alucci (2007) estudaram dois espaços de transição na cidade de São Paulo - SP, de clima subtropical úmido. O objetivo da pesquisa foi verificar qual o modelo preditivo de conforto apresenta melhores resultados. Para isso foi feito monitoramento microclimático no verão e no inverno, aplicação de questionário e cálculo utilizando os índices 1. Temperatura Efetiva; 2. Voto Médio Estimado; 3. Modelo Termo Fisiológico Menex; 4. Temperatura Neutra Externa; e 5. Temperatura Operativa Neutra. Os resultados mostram melhor correlação com os dados empíricos do índice Temperatura Operativa Neutra. Além disso, os autores sugerem que o índice PMV não é adequado para esse tipo de avaliação, já que foi elaborado para espaços internos e o espaço de transição tem muito mais influência do microclima externo do que do espaço condicionado mecanicamente.

Skulbs (2009) faz uma análise de espaços de transição universitários nas cidades paulistas de Piracicaba e Santa Bárbara d'Oeste, que possuem clima

tropical de altitude. Os resultados mostraram que para a maioria dos usuários o espaço de transição pode suavizar a sensação do choque térmico nos percursos entre o ambiente interno e externo, atuando como um apaziguador do microclima local. Entretanto, para que isso ocorra, o espaço de transição deve apresentar condições intermediárias aos espaços adjacentes, assim, sugere-se a diminuição do uso de ar condicionado no ambiente interno.

A tabela 1 mostra um quadro síntese com as principais pesquisas realizadas em espaços de transição, evidenciando o objetivo e a metodologia empregada em cada uma. Essas pesquisas ressaltam a importância desses espaços como elemento de microclima intermediário que atenua o choque térmico no percurso entre ambientes externos e internos e vice-versa.

Tabela 1 – Síntese das principais pesquisas internacionais e nacionais realizadas em espaços de transição.

ANO	AUTORES	PESQUISA
2002	Jitkhajornwanich, K.; Pitts, A.	Avaliou a sensação, preferência e expectativa térmica dos usuários de um edifício comercial. Uso questionário e monitoramento microclimático.
2005	Chun, C.; Tamura, A.	Estudou o conforto térmico em espaços de transição urbanos. Monitoramento microclimático e questionários em uma estação de trem e em um ambiente controlado.
2007	Pitts, A.; Saleh, J. B.	Investigou os limites de conforto e potencial para economia de energia nos espaços de transição a partir de simulações em edifícios típicos.
2008	Hwang, R. L.; Yang, K. H.; Chen, C. P.; Wang, S. T.	Avaliou a diferença na percepção e expectativa térmica entre funcionários e clientes de um prédio comercial. Uso questionário e monitoramento microclimático.
2011	Arguelles, H. B.	Investigou a influência do espaço de transição na regulação do microclima do espaço interno de um apartamento a partir de monitoramento microclimático em duas tipologias distintas.
2003	Kowaltowski, D. C. C. K.; Watrin, V.; Skulbs, D.; Pina, S. A. M. G.	Avaliou a configuração, dimensões e relações com o usuário de varandas em moradias autoconstruídas de bairros periféricos na cidade de Campinas. Uso questionário e análise de plantas.
2007	Monteiro, L. M.; Alucci, M. A.	F uma verificação empírica comparativa de diferentes modelos de conforto térmico para avaliação de espaços semi-confinados na cidade de São Paulo.
2009	Skulbs, D. Skulbs, D.; Labaki, L. C.	Avaliou a importância da área de transição como elemento apaziguador do microclima local e a percepção dos usuários para este fato. Uso questionário e monitoramento microclimático.

A maioria das pesquisas encontradas traça um perfil dos espaços de transição a partir de uma avaliação técnica quantitativa e apresenta dados relevantes sobre o comportamento microclimático desses ambientes. No entanto, existe uma lacuna no que se refere à avaliação dos espaços de transição em relação aos seus atributos físicos, visando identificar sua influência na qualidade térmica desses espaços.

A avaliação quantitativa, a partir do monitoramento microclimático de espaços com diferentes tipologias, dimensões e materiais construtivos, obtém como resultado a influência conjunta de vários parâmetros que influenciam os microclimas. Já a avaliação qualitativa pode, a partir de diferentes parâmetros e indicadores, ressaltar a influência de cada um na qualidade térmica dos espaços de transição.

A avaliação qualitativa é muito utilizada em pesquisas que buscam gerar ferramentas para uso no planejamento urbano e/ou da edificação, como os trabalhos desenvolvidos por Zampieri (2006); Graça (2008); Silva (2009), entre outros.

Zampieri (2006) avaliou a qualidade de passeios públicos a partir da definição de parâmetros e indicadores de avaliação, que foram elaborados a partir de situações possíveis e, em seguida, foram atribuídos valores de 0 (pior) a 5 (melhor) para cada situação por 2 arquitetos. Os pesos de cada parâmetro foram definidos a partir de questionários aplicados aos usuários, revelando as características mais importantes. A avaliação final de um passeio público o classificará entre F (pior) a A (melhor).

Já a metodologia empregada por Graça (2008), para auxílio na tomada de decisão na fase projetual e avaliação pós ocupação de prédios escolares, considerou o conforto acústico, térmico e visual. A autora definiu parâmetros de avaliação e convidou 3 especialistas de cada área para estabelecerem valores em uma escala semântica contínua de 5 pontos para as qualificações, que consideraram possíveis soluções projetuais.

Na mesma linha, Silva (2009) elaborou um roteiro de avaliação da mobilidade urbana em planos diretores a partir da formulação de uma série de perguntas (indicadores) relativas a esse tema, compatíveis com o referencial teórico e de

relevância científica, agrupando-as em seguida em subtemas. Foram atribuídos para cada indicador o valor de 0, caso não estivesse presente no Plano Diretor e 1, caso estivesse presente. Para a composição final do Índice de Mobilidade Urbana no Plano Diretor criado pelo autor, os pesos dos temas, subtemas e indicadores foram definidos por comparação e inseridos em uma fórmula.

Os resultados das metodologias desenvolvidas nessas pesquisas tiveram sua eficácia testada e se tornaram ferramentas para subsidiar projetos, implementar melhorias e no auxílio a tomada de decisões. Da mesma forma, um sistema de parâmetros e indicadores aplicados ao espaço de transição, considerando a influência de seus atributos físicos em sua qualidade térmica, pode também ser um aliado ao planejamento de edificações.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para cumprir os objetivos da pesquisa, a metodologia teve embasamento em uma revisão bibliográfica sobre espaços de transição, abordando questões relacionadas aos conceitos, tipologias e a sua qualidade térmica. Em seguida foram realizados levantamentos em espaços de transição de um ambiente universitário (item 3.1), para caracterizar suas tipologias e atributos físicos. Dessa forma, foi possível selecionar 8 espaços de transição do tipo linear externo (item 3.2), com características construtivas distintas, para monitoramento microclimático (item 3.3) e avaliação da qualidade térmica (item 3.4).

3.1 Descrição da área de Estudo

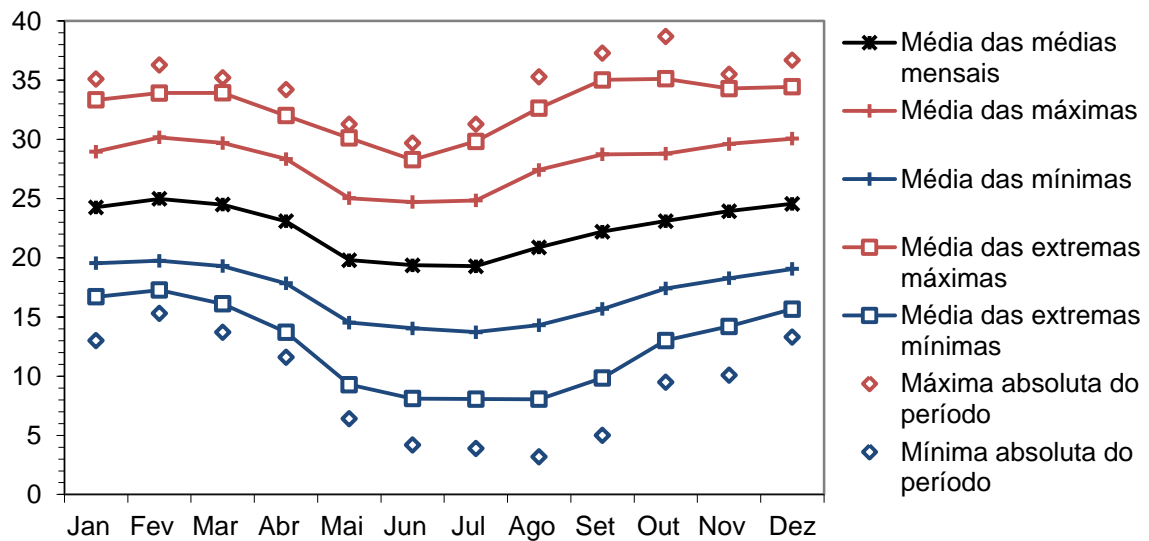
A área de estudo está localizada no Câmpus da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho (UNESP) em Bauru, cidade de porte médio (com 359.429 habitantes, segundo IBGE, 2009) do Centro Oeste do Estado de São Paulo (Latitude: 22°18’54” Sul; Longitude: 49°03’39” Oeste; e Altitude Média de 530m), localizada a 345 Km da capital do Estado. A cidade é reconhecida como importante polo educacional e possui diversas universidades e faculdades, destacando-se a UNESP e a Universidade de São Paulo (USP), que atraem jovens de todo o país.

De acordo com dados dos climas dos municípios paulistas, disponibilizados pelo CEPAGRI-Centro de Pesquisas Meteorológicas e climáticas Aplicadas a Agricultura (disponível em <http://www.cpa.unicamp.br>), a classificação climática de Bauru, segundo Koeppen, é do tipo Aw – clima tropical marcado por verões chuvosos e quentes e inverno ameno e seco.

As figuras 8 e 9 mostram variações mensais de temperatura do ar e precipitação, respectivamente, ao longo de um período de 10 anos de levantamentos do Centro de Meteorologia de Bauru – IPMet, Estação meteorológica local (2001-2010). A média das temperaturas médias mensais fica em torno de 22,5°C e a precipitação média mensal é de 101,2mm. As temperaturas médias mensais mais baixas ocorrem entre maio e julho e as mais altas entre outubro e

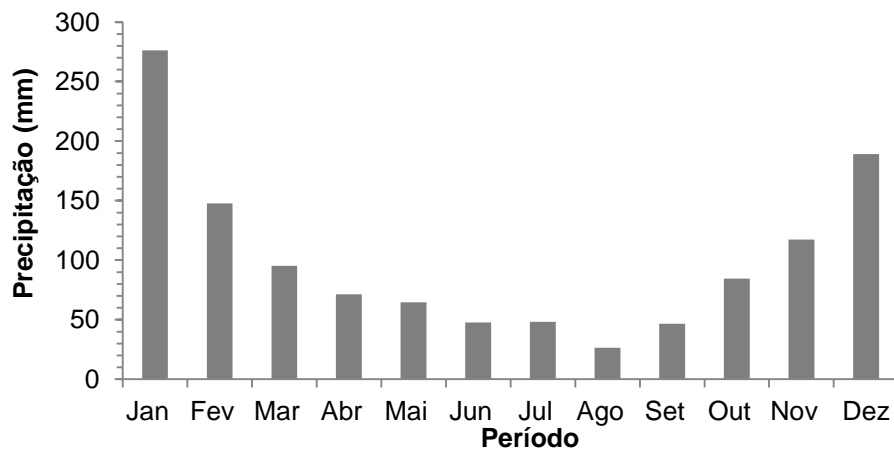
março. Para essa variável, verifica-se uma predominância de meses quentes, em que a temperatura média mensal possui valor acima de 23 °C. Em relação aos ventos predominantes, eles sopram da orientação Sudeste e possuem valor médio de 4 a 6m/s.

Figura 8 – Dados estatísticos de temperatura do ar de Bauru-SP no período de 2001-2010.



Fonte dos dados primários: IPMet.

Figura 9 – Dados estatísticos de precipitação de Bauru-SP no período de 2001-2010.



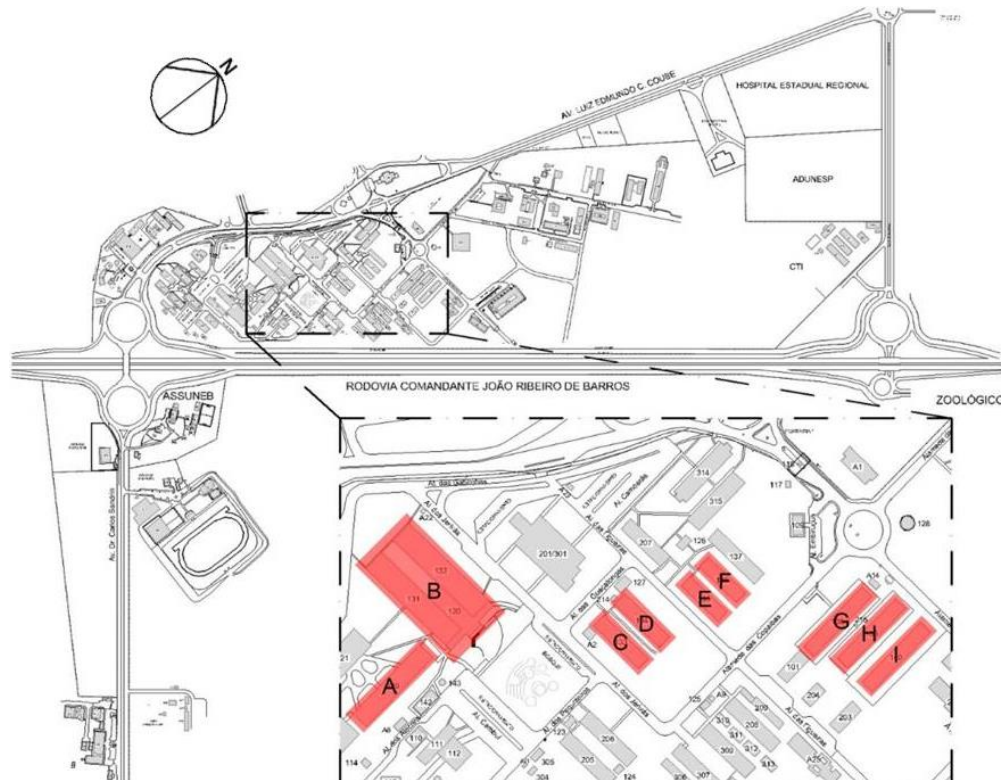
Fonte dos dados primários: IPMet.

3.2 Caracterização dos espaços de transição analisados

O câmpus da UNESP em Bauru conta com três faculdades (Faculdade de Engenharia, Faculdade de Ciências e Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação) e uma unidade administrativa. Possui uma área total de 456.987,017ha e 52.403,15m² de área construída, constituída de salas de aula, laboratórios, biblioteca, departamentos e área administrativa.

No local existem 60 salas de aulas distribuídas em 9 edifícios, aqui denominados de A a I. A figura 10 mostra a distribuição desses edifícios no câmpus, onde o edifício **A** abriga as salas de número 01 a 06; **B**, salas de 07 a 20; **C**, de 42 a 45; **D**, de 46 a 50; **E**, 51 a 54; **F**, 55 a 58; **G**, 65 a 69; **H**, de 70 a 78; **I**, de 79 a 87. Todos eles possuem espaços de transição, que tem uso mais intenso, se comparado aos demais edifícios dentro do câmpus, particularmente no período de intervalo entre as aulas, quando são observadas interações de grupos de estudantes.

Figura 10 – Localização dos edifícios de salas de aula no campus da UNESP-Bauru.



Fonte: Adaptado do acervo da Administração Geral da UNESP-Bauru.

Os espaços de transição encontrados nesses edifícios possuem algumas características semelhantes, principalmente os que estão locados em uma mesma construção. Há a predominância de espaços de transição do tipo linear externo, com dimensões e orientações variadas, em geral de pouca largura e materiais de construção facilmente encontrados no mercado, sem nenhum tipo de tratamento termo acústico.

De um total de 13 espaços de transição encontrados, foram selecionados 8, de tipologia linear externo, para o monitoramento microclimático e avaliação da qualidade térmica, que são representativos dos demais. Os atributos físicos desses espaços, no que se refere à orientação solar, as dimensões (H - altura e W - largura), materiais de construção e características que, juntamente com a tipologia e o sombreamento do entorno, influenciam diretamente em seu desempenho térmico, estão dispostos na tabela 2. A altura e a largura do espaço de transição foram medidas a partir da projeção da cobertura sobre o plano horizontal e vertical do edifício.

Tabela 2 – Atributos físicos dos espaços de transição selecionados para análise.

(continua)

	IMAGEM	FACHADA	BASE	FRONTEIRA	COBERTURA	FORRO	L	H
A1		OESTE	PISO CERÂMICO	ALVENARIA	FIBROCIMENTO E METÁLICA	-	3,5m	2,7m
A2		LESTE	CONCRETO	ALVENARIA	FIBROCIMENTO E METÁLICA	-	2,3m	2,7m
B1		SUL	CONCRETO	ALVENARIA	FIBROCIMENTO E METÁLICA	PVC	2,1m	3,3m

Tabela 2 – Atributos físicos dos espaços de transição selecionados para análise.

(conclusão)

	IMAGEM	FACHADA	BASE	FRONTEIRA	COBERTURA	FORRO	L	H
B2		NORTE	CONCRETO	ALVENARIA	FIBROCIMENTO E METÁLICA	PVC	2,1m	3,3m
E		NORTE	CONCRETO	PLACA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO	FIBROCIMENTO	MADEIRA	2,4m	2,8m
F		SUL	CONCRETO	PLACA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO	FIBROCIMENTO	MADEIRA	2,4m	2,8m
H		OESTE	CONCRETO	ALVENARIA	FIBROCIMENTO	-	2m	2,9m
I		OESTE	CONCRETO	ALVENARIA	METÁLICA SANDUÍCHE	PVC	2m	2,9m

Os espaços selecionados possuem semelhanças e diferenças entre si. Os Espaços **A1** e **A2** estão locados no mesmo edifício (edifício A), porém em faces opostas, possuem os mesmos materiais construtivos, mas larguras diferentes. Os espaços **B1** e **B2** (edifício B) também se localizam em mesmo edifício, em faces opostas. Possuem os mesmos materiais construtivos dos espaços A1 e A2, acrescidos de forro de PVC. Os espaços **E** e **F** fazem parte de um mesmo conjunto de edifícios e possuem as mesmas características construtivas em orientações opostas. Já os espaços **H** e **I**, também de um mesmo conjunto construtivo, estão

localizados na mesma orientação, mas possuem materiais de coberturas diferenciados. Enquanto H tem telha de fibrocimento, I tem telha metálica sanduíche e forro de PVC.

3.3 Monitoramento microclimático

A coleta dos dados microclimáticos ocorreu durante os meses de novembro e dezembro de 2014, e no mês de Janeiro de 2015, no período de 3 dias, em condições de tempo quente, das 8 às 16h, em cada um dos espaços de transição selecionados, e nos espaços internos e externos a ele associados.

Ressalta-se que as condições de tempo quente são as mais críticas para as condições climáticas de Bauru, cuja temperatura média anual é em torno de 22,5°C (ver item 4.2). De acordo com Romero (1988), o clima é considerado quente quando sua temperatura média anual está acima de 20 °C. Assim, considerou-se o monitoramento em condições de tempo quente o mais apropriado.

Para o monitoramento, foram utilizados: um anemômetro de copo da marca Schiltknecht para medição da velocidade do ar (Especificações Técnicas: Velocidade máxima 0,9 a 35 m/s, Resolução 0,1 m/s, Precisão $\pm (2\%+0.2 \text{ m/s})$); um Termômetro de Globo Digital Instrutherm TGD-100 sobre um tripé, ficando a uma altura de aproximadamente 1,50m do chão, com sensores de temperaturas de bulbo seco, bulbo úmido e de globo (Especificações Técnicas: Escala -10°C a + 150°C, Resolução 0,1°C e Precisão 0,1°C) (figura 11) e uma estação meteorológica móvel com datalogger de temperatura/umidade (Modelo 177-H1 da Testo) com sensor de temperatura de globo (Modelo Testo 0613 1712, com bola de ping-pong oficial, pintado na cor cinza médio) (figura 12). A leitura dos dados foi feita a cada meia hora.

Esses dados permitiram o cálculo da umidade relativa e temperatura média radiante por meio do software Conforto 2.02 de (RUAS, 2002). Em seguida, os valores obtidos foram inseridos no software RayMan (MATZARAKIS et al., 2007), juntamente com os dados de um usuário padrão do campus (TAKAMUNE, 2013 – Tabela 3), para o cálculo do índice PET.

Figura 11 – Termômetro de Globo Digital Instrutherm TGD-100.



Figura 12 – Estação meteorológica.



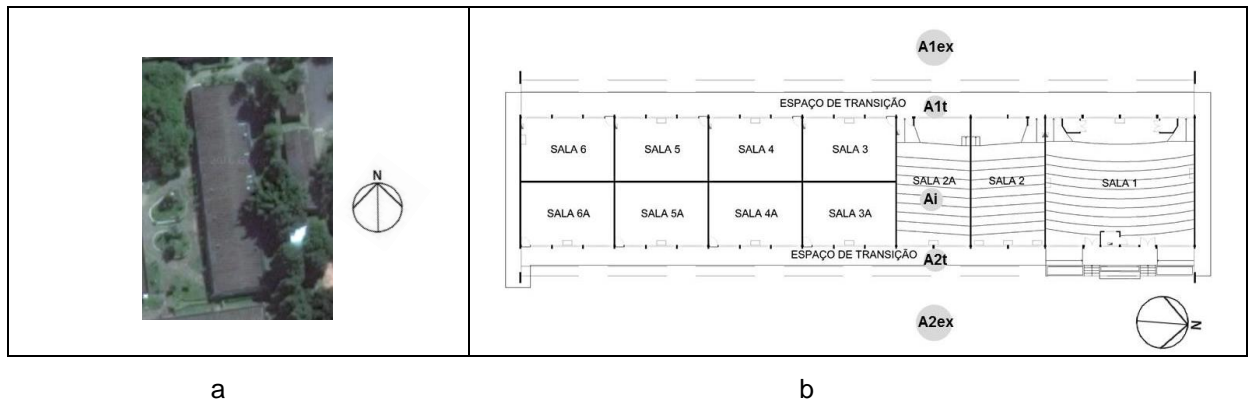
Tabela 3 – Dados do usuário padrão do campus da UNESP-Bauru, definido por Takamune, 2013.

IDADE	PESO (KG)	ALTURA (M)	CLO	MET. (W/M ²)	ÁREA SUP. CORPORAL	MET (W)
21	66,8	1,7	0,3	91,3	1,8	160,1

No Edifício A (figura 13) o monitoramento microclimático ocorreu nos dias 13, 14 e 16 de janeiro de 2015, das 8 às 16 horas, exceto no segundo dia levantado em que o monitoramento microclimático foi interrompido às 14h devido à instabilidade climática. A estação meteorológica móvel foi posicionada no espaço externo A1ex. O termômetro de globo digital foi posicionado no espaço interno Ai, após estabilização e coleta dos valores, este foi movido para o espaço de transição A1t, em seguida para o espaço de transição A2t e por último para o espaço externo A2ex. O termômetro foi posicionado no centro dos espaços e o tempo de estabilização foi superior a 5 minutos. Esse percurso ocorreu a cada 30 minutos e simultaneamente

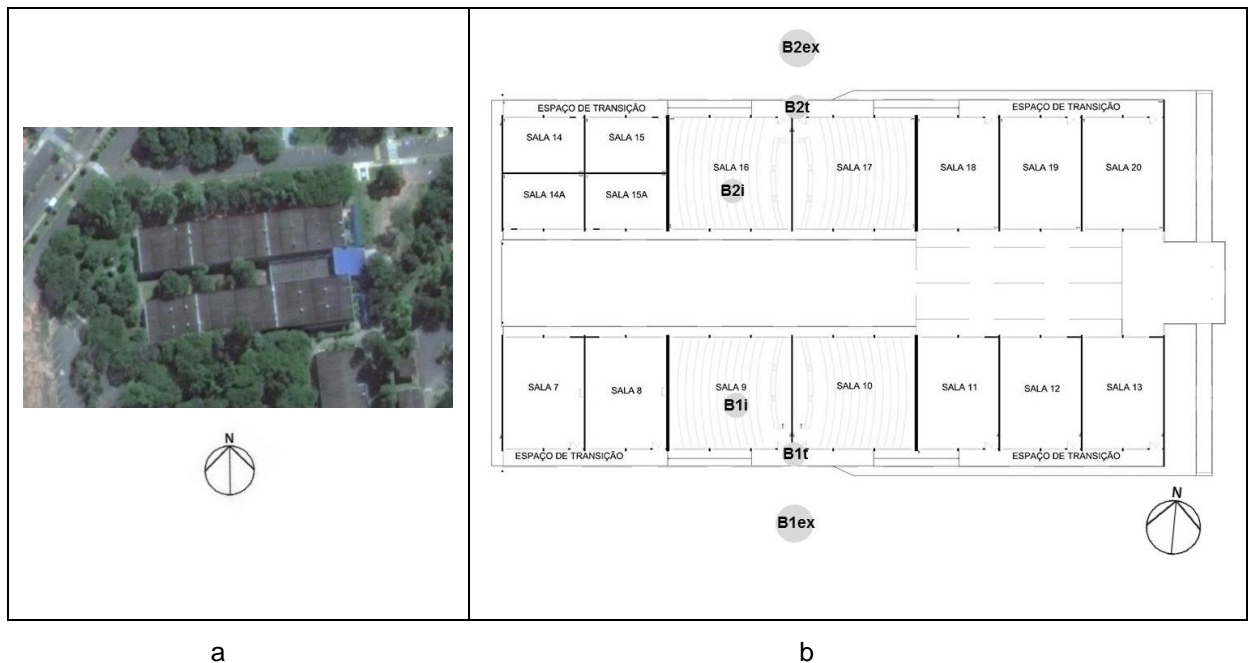
foi observada a velocidade média do ar. No espaço interno, as janelas e portas foram mantidas abertas e com dispositivos de ar condicionado desligados, ou seja, o espaço esteve naturalmente ventilado.

Figura 13 – a) Imagem de satélite e b) Planta do Edifício A sem escala e com a localização dos pontos de medição.



Fonte: a) Google maps e b) Adaptado do acervo da Administração Geral da UNESP-Bauru.

Figura 14 – a) Imagem de satélite e b) Planta do Edifício B sem escala e com a localização dos pontos de medição.

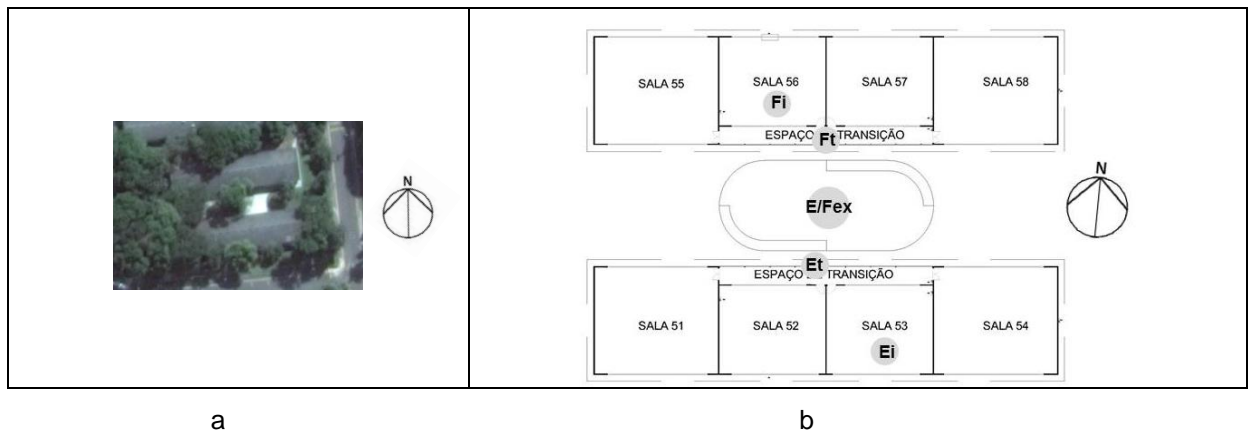


Fonte: a) Google maps e b) Adaptado do acervo da Administração Geral da UNESP-Bauru.

No Edifício B (figura 14) o monitoramento microclimático ocorreu nos dias 7, 9 e 12 de janeiro de 2015, das 8 às 16 horas; Nos Edifício E e F (figura 15), o

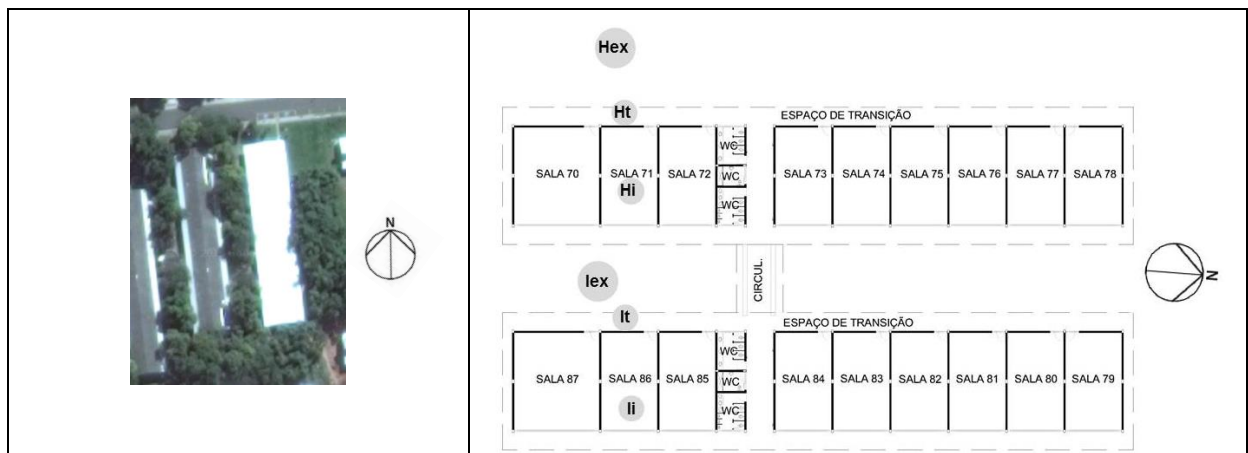
monitoramento microclimático ocorreu nos dias 17, 18 e 19 de novembro de 2015, das 8 às 16 horas; Nos Edifício H e I (figura 16) o monitoramento microclimático ocorreu nos dias 16 e 17 de dezembro, das 8 às 16 horas. Em todos esses edifícios os procedimentos metodológicos foram semelhantes aos descritos para o edifício A.

Figura 15 – a) Imagem de satélite e b) Planta dos Edifícios E e F sem escala e com a localização dos pontos de medição.



Fonte: a) Google maps e b) Adaptado do acervo da Administração Geral da UNESP-Bauru.

Figura 16 – a) Imagem de satélite e b) Planta dos Edifícios H e I sem escala e com a localização dos pontos de medição.



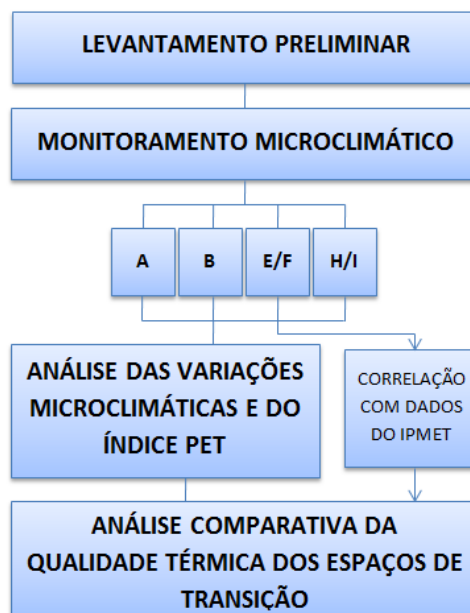
Fonte: Adaptado do acervo da Administração Geral da UNESP-Bauru.

A partir do monitoramento microclimático dos edifícios é possível reconhecer o papel de amenizador microclimático e do índice PET dos espaços de transição analisados. No entanto, como o monitoramento nos edifícios não foi simultâneo,

para possibilitar a comparação de dados, os valores médios de temperatura do ar de cada espaço analisado, obtidos para os três dias de medição, foram correlacionados individualmente com os valores médios de temperatura do ar obtidos nos mesmos dias e horários pelo IPMet local (anexo 1), e apresentaram boa correlação, com valores de coeficiente de determinação R^2 próximos a 1.

Dessa forma, foi possível simular dados de temperatura do ar, a partir dos valores médios de temperatura do ar do mês de janeiro de 2015, obtidos pelo IPMet, e comparar as diferenças entre os ambientes de transição. O período escolhido para simulação teve condições de tempo quente, típicas de verão, e por se tratar da média de um mês inteiro reduz a interferência caso tenha ocorrido alguma instabilidade climática em algum dos dias. A figura 17 mostra uma síntese da metodologia aplicada nessa etapa.

Figura 17 – Síntese da metodologia da pesquisa para reconhecimento do papel amenizador microclimático e comparação dos diferentes espaços de transição.



3.4 Avaliação da qualidade térmica dos espaços de transição

O desenvolvimento da metodologia de avaliação dos espaços de transição teve como base os trabalhos de Zampieri (2006), Graça (2008) e Silva (2009) e partiu da identificação de parâmetros de avaliação e da seleção de seus indicadores.

A definição dos parâmetros parte do pressuposto que os espaços de transição, sejam em ambiente universitário ou qualquer outro local, apresentam eficiência e desempenho térmicos distintos em função das características construtivas do edifício e das condições do entorno. Esses atributos interagem com as condições climáticas locais e influenciam os ganhos e perdas de calor ao longo do dia e das estações do ano.

Dessa forma, foram identificados os principais atributos físicos e as condições do entorno que mais influenciam os microclimas e o conforto térmico dos espaços de transição do tipo linear externo. Como as características climáticas locais predominam as condições de tempo quente, foram priorizados parâmetros de avaliação que refletissem uma preocupação em amenizar as altas temperaturas registradas no verão e nas estações intermediárias, principalmente nos meses da primavera.

Assim, a definição dos parâmetros considerou os atributos físicos do espaço de transição que tem impacto significativo sobre sua qualidade térmica, e é denominado nessa pesquisa como “Parâmetros de avaliação qualitativa”. Para cada parâmetro foi atribuído um peso, em função da magnitude na composição da questão de avaliação.

Foram considerados os seguintes parâmetros de avaliação dos espaços de transição: intensidade da radiação solar incidente (item 3.4.1); obstrução do entorno (item 3.4.2); influência da altura (H) e da largura (W) (item 3.4.3) e desempenho térmico da cobertura (3.4.4).

Nessa avaliação, todos os parâmetros tiveram pesos iguais na nota final, equivalente a 0,25 pontos. Isso porque há uma grande influência de todos os atributos analisados na qualidade térmica do espaço de transição e, assim, ficou difícil dissociá-los e estabelecer pesos diferenciados para cada um deles.

Para cada parâmetro foram elencadas cinco alternativas de indicadores de avaliação, que melhor justificassem a questão levantada e que possuísem relevância científica. Cada indicador recebeu um valor, considerando sua importância na definição da qualidade térmica, assim distribuídos: péssimo (0), ruim (0,25), regular (0,5), bom (0,75), ótimo (1).

3.4.1 Intensidade da radiação solar incidente

Para esse parâmetro de avaliação considerou-se que o espaço de transição recebe radiação solar diferenciada de acordo com sua orientação solar, que sofre alterações ao longo do dia e de estações do ano. Assim, para determinar os valores dos indicadores, foi calculado o valor da radiação solar incidente nas orientações Norte, Sul, Leste, Oeste, Nordeste, Noroeste, Sudeste, Sudoeste, a partir das horas de sol recebidas no solstício de verão e equinócios, nos planos vertical e horizontal.

Para isso, inicialmente foi feito um modelo de um espaço de transição com as dimensões mínimas recomendadas pela Fundação de Desenvolvimento da Educação – FDE (2015), para edificações escolares, e também pela NBR 9050 (ABNT, 2015), para a altura do pé direito e largura da circulação, respectivamente, já que não existe uma legislação específica para o ambiente universitário. A altura considera que o espaço de transição é usualmente uma extensão do espaço de sala de aula, cujo pé direito mínimo deve ser de 3m; já a largura mínima está relacionada ao uso do espaço para circulação, que de acordo com o FDE e a norma de acessibilidade deve ser de 1,5m. Foi possível então, calcular o ângulo de sombra vertical frontal $\alpha = 63^\circ$ (figura 18) e aplicá-lo na Carta Solar da Cidade de Bauru com o uso do software Analysis Sol-Ar (LabEEE, 2009) para definição das horas de sol nas diferentes orientações e no solstício de verão e equinócios, períodos que predominam condições de tempo quente.

A carta solar é a projeção sobre um plano dos pontos cardeais e é utilizada para representar a trajetória aparente do sol. Uma das informações que se pode extrair de uma carta solar se refere ao horário de insolação sobre planos verticais e horizontais. A figura 19 apresenta as cartas solares resultantes desse processo.

Com as informações das horas de sol incidentes em cada orientação, no solstício de verão e equinócios, foi observada a quantidade de radiação solar incidente sobre os planos verticais e horizontais de acordo com Gonçalves e LNEC (Apud FROTA; SCHIFFER, 2001) (anexo 2). Nessa referência estão disponibilizados dados de diferentes latitudes e a mais próxima da de Bauru (22°S) é a da latitude de 23°30'S, que serviram de base para o cálculo da radiação solar incidente no modelo do espaço de transição.

Figura 18 – Modelo do espaço de transição e ilustração do ângulo de sombra vertical frontal (α externo).

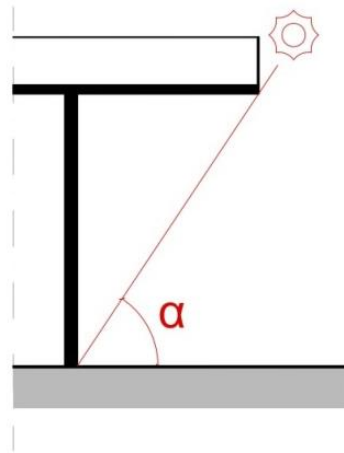
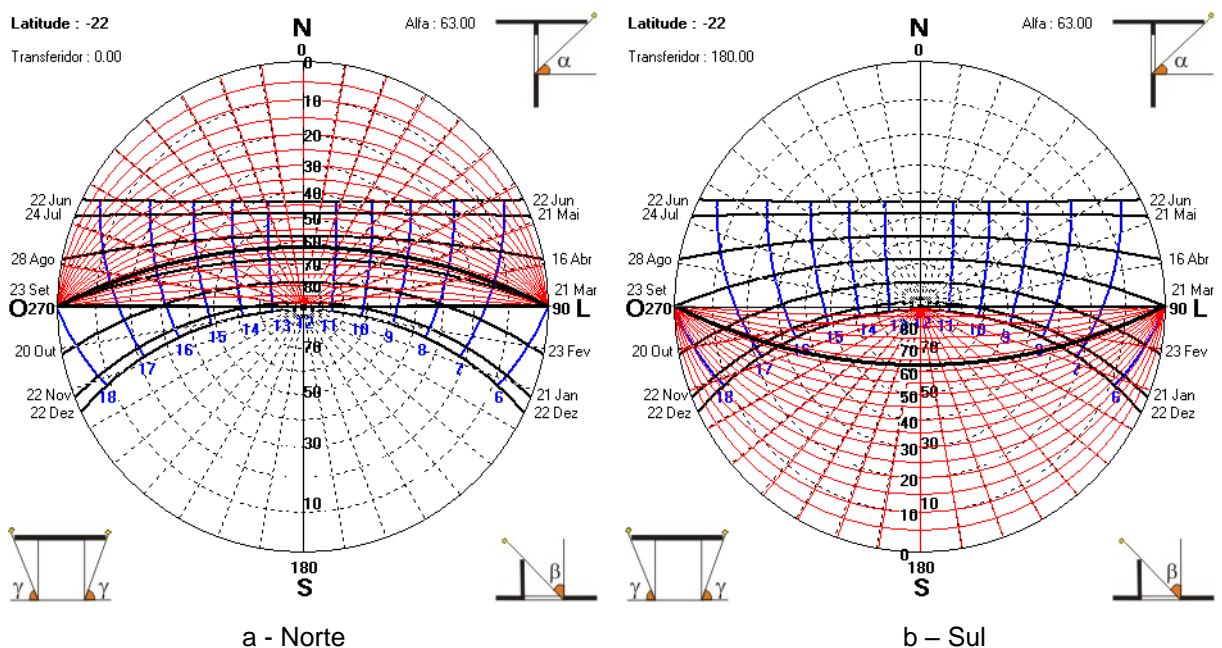
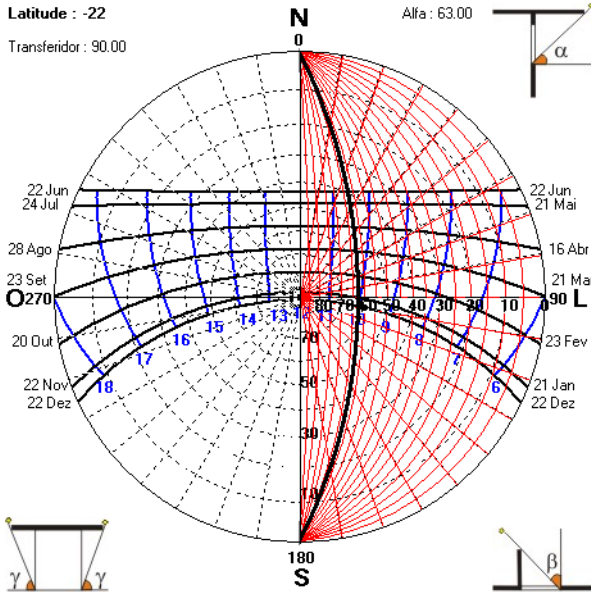


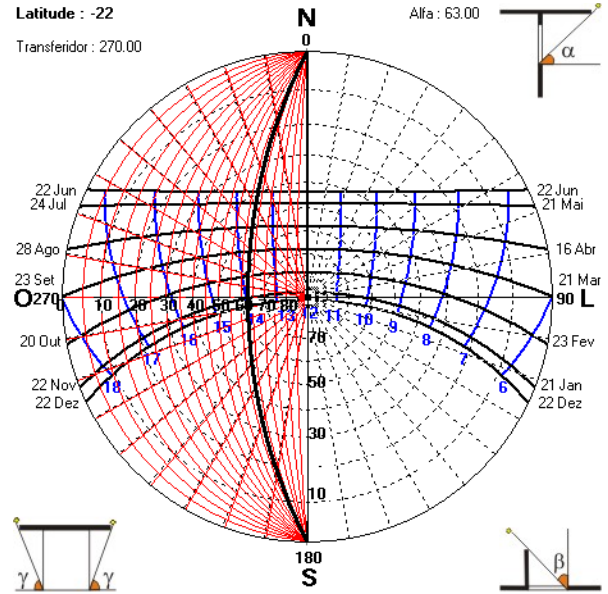
Figura 19 – Aplicação do ângulo α externo de 63° na Carta solar da cidade de Bauru para diferentes orientações.



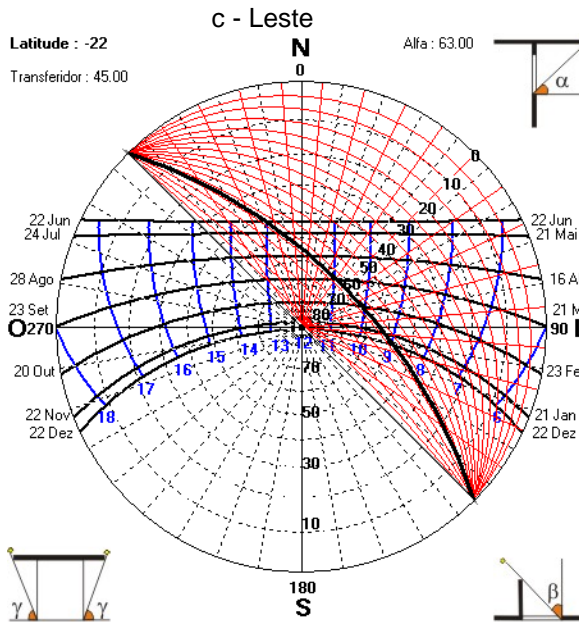
Latitude : -22
Transferidor : 90.00



Latitude : -22
Transferidor : 270.00

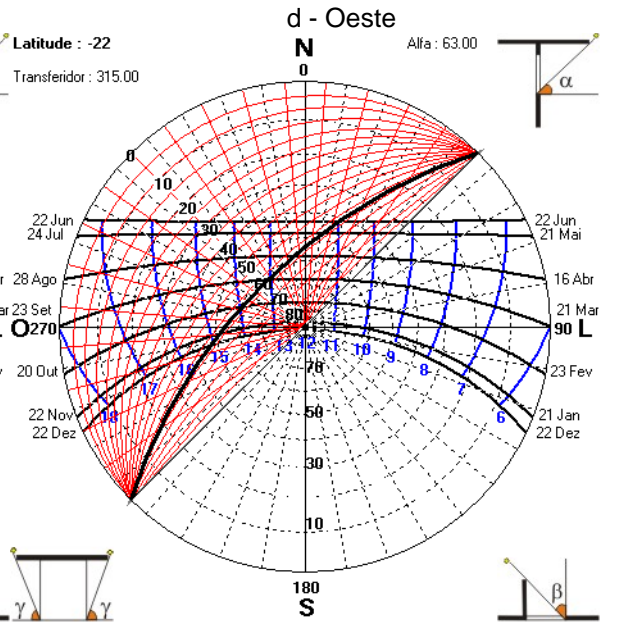


Latitude : -22
Transferidor : 45.00



c - Leste

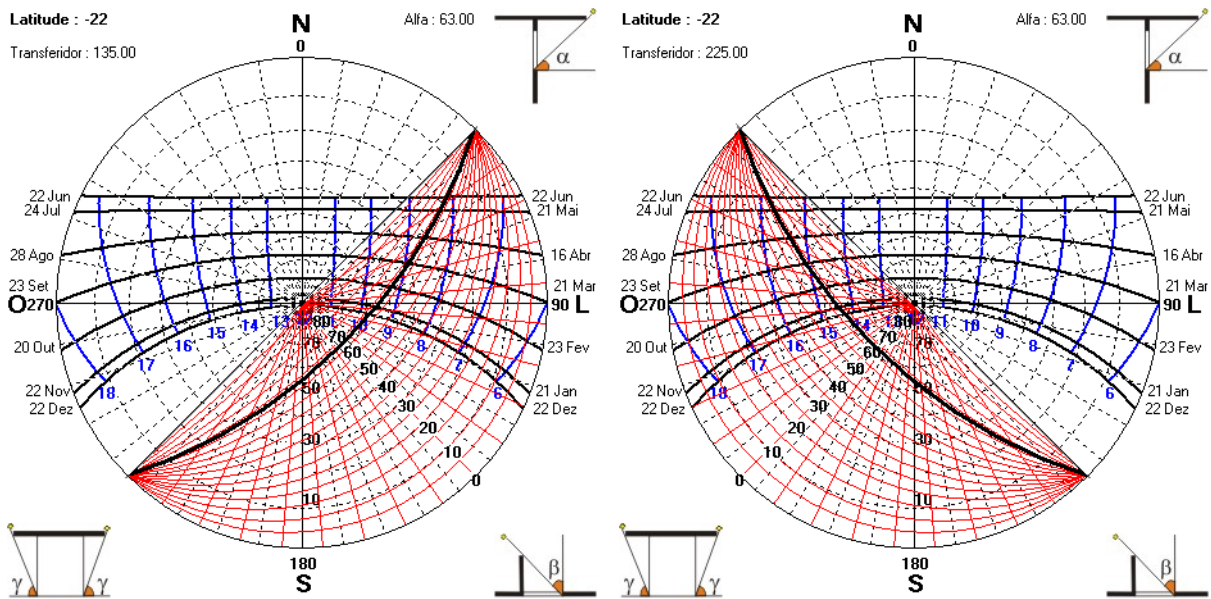
Latitude : -22
Transferidor : 315.00



d - Oeste

e - Nordeste

f - Noroeste



g - Sudeste

h - Sudoeste

Fonte: Elaborado no Software Analysis Sol-Ar (2009).

A partir do valor contabilizado, foi estabelecida uma ordem da pior para a melhor orientação, em relação às horas de sol e quantidade de radiação solar incidente. Com isso, foi possível atribuir valores para avaliação de acordo com a orientação do espaço de transição (tabela 4).

Tabela 4 – Indicadores do parâmetro de avaliação “Intensidade da radiação solar incidente”

Parâmetros de avaliação qualitativa	Indicadores	Valores
Intensidade da radiação solar incidente	Orientação solar	
	Leste/Oeste (9858 W/m²)	0,00
	Nordeste/Noroeste (8785 W/m²)	0,25
	Sudeste/Sudoeste (7406 W/m²)	0,50
	Sul (1440 W/m²)	0,75
	Norte (0 W/m²)	1,00

3.4.2 Obstrução do entorno

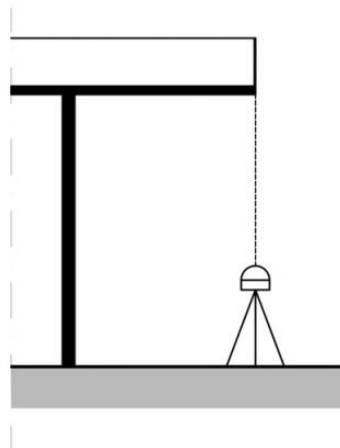
Para o parâmetro obstrução do entorno partiu-se da constatação que os espaços externos adjacentes aos espaços de transição podem constituir barreiras

de proteção da radiação solar direta ou refletida, em função da presença de vegetação ou outras barreiras físicas. Dessa forma, foi utilizado o cálculo do Fator de Visão do Céu (FVC) para definição dos indicadores de avaliação desse parâmetro.

O fator de visão do céu (FVC) é um parâmetro adimensional que indica uma relação geométrica entre a Terra e o céu e representa uma estimativa da área visível de céu (SOUZA et al.; 2010). Uma das formas de se fazer o cálculo é a partir da utilização de imagens obtidas por fotografias geradas com lente olho de peixe.

Para essa pesquisa, foram tiradas fotos hemisféricas com câmera fotográfica Nikon Coolpix 4500, com lente tipo olho de peixe acoplada, modelo FC-E8, posicionada a 1,1m do chão, no limite da cobertura do espaço de transição e o espaço externo (figura 20). Dessa forma, a construção corresponderá sempre a 50% da foto, e o FVC do entorno nunca será maior que 0,5. O cálculo do FVC pode ser feito inserindo as fotos hemisféricas dos espaços de transição no software RayMan (MATZARAKIS et al. 2007).

Figura 20 – Ilustração do posicionamento da câmera.



Para definição dos valores dos indicadores, os valores possíveis de FVC (0-0,5) foram divididos igualmente por 5 (número total da escala semântica adotada). Foram estabelecidos pelo pesquisador como “péssimo”, espaços com o $FVC > 0,4$, já que recebem maior radiação solar. Os demais valores foram atribuídos pelo pesquisador por comparação (tabela 5).

Tabela 5 – Indicadores do parâmetro de avaliação “Obstrução do entorno”

Parâmetros de avaliação qualitativa	Indicadores	Valores
Obstrução do entorno	Fator de Visão do céu (FVC)	
	FVC > 0,4	0,00
	0,3 < FVC ≤ 0,4	0,25
	0,2 < FVC ≤ 0,3	0,50
	0,1 < FVC ≤ 0,2	0,75
	FVC ≤ 0,1	1,00

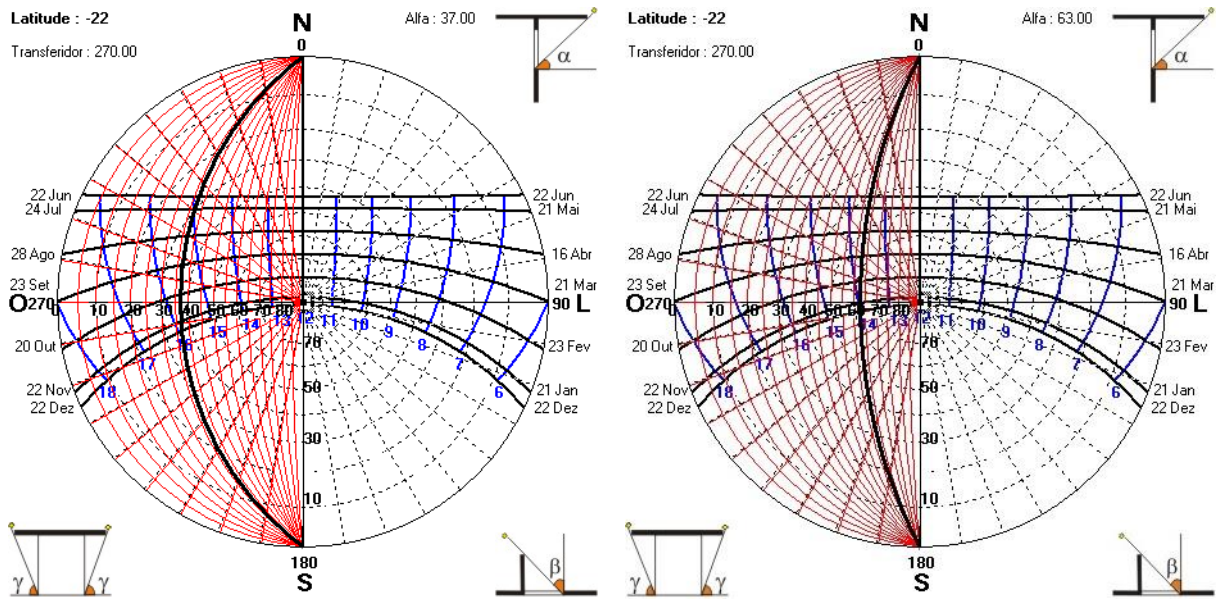
3.4.3 Influência da altura (H) e da largura (W)

A altura e a largura do espaço de transição estão associadas a maior ou menor entrada de radiação solar nesse espaço. Isso porque a própria cobertura do espaço de transição funciona como uma barreira física. No entanto, pode perder sua eficiência, em alguns casos, como por exemplo, em espaços cuja largura é muito pequena.

Para a definição dos indicadores desse parâmetro, foram elaborados modelos de diversos tamanhos de H e W. Foi possível fazer relação dos tamanhos de H e W com o ângulo α externo, isso porque para uma mesma altura, conforme a largura aumenta têm-se a diminuição do ângulo α externo. Já se for fixado uma largura para o ambiente, conforme se aumenta a altura também aumenta o ângulo α externo.

Dessa forma, foi possível aplicar diversos valores de ângulo α externo na Carta Solar da Cidade de Bauru com o uso do software Analysis Sol-Ar (LabEEE, 2009) para observação das horas de sol, em uma das piores orientação: Oeste (figura 21). Os dados de radiação solar incidente para essa orientação de Gonçalves e LNEC (FROTA; SCHIFFER, 2001) mostram pico nos valores às 16h para o solstício de verão e os equinócios, portanto o indicador considerado “ótimo” é aquele capaz de proteger o espaço de transição até esse horário, o que ocorre quando o ângulo α externo é igual a 37° e $H/W = 0,8$.

Figura 21 – Aplicação do α externo de (a) 37° ($H/W=0,8$) e (b) 63° ($H/W=2$) na Carta solar da cidade de Bauru para orientação Oeste.



Fonte: Elaborado no Software Analysis Sol-Ar (2009).

Ainda considerando a orientação Oeste, o espaço de transição com ângulo α externo igual a 63° e $H/W= 2$ tem proteção apenas até às 14h, que é quando começa o período crítico de radiação solar incidente, portanto é considerado “péssimo”. Os demais indicadores de avaliação foram estabelecidos pelo pesquisador por proporção (tabela 6).

Tabela 6 – Indicadores do parâmetro de avaliação “Influência da altura e largura”.

Parâmetros de avaliação qualitativa	Indicadores	Valores
Influência da altura (H) e da largura (W)	Relação H/W	
	$H/W > 2,0$	0,00
	$1,6 < H/W \leq 2,0$	0,25
	$1,2 < H/W \leq 1,6$	0,50
	$0,8 < H/W \leq 1,2$	0,75
	$H/W \leq 0,8$	1,00

3.4.4 Desempenho térmico dos materiais de cobertura

Como a cobertura recebe uma grande quantidade de radiação solar, o uso de materiais adequados é essencial para a qualidade térmica desse espaço.

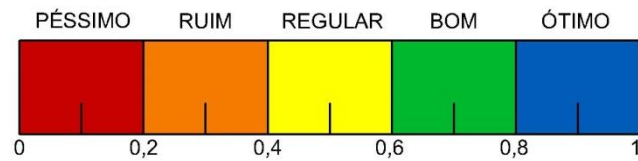
Para a definição dos indicadores desse parâmetro, foi utilizada a transmitância térmica dos materiais que compõem a cobertura. Para isso, foi observada a NBR 15220-3 (ABNT, 2005) relacionadas à zona bioclimática 4, onde se insere a cidade de Bauru, que indica o uso de cobertura leve isolada, cujo valor da transmitância térmica de ser menor ou igual a $2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Assim, para os indicadores, foi considerado ótimo valor menor que $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ e “bom” igual a $2 \text{ W/m}^2\text{K}$, os demais indicadores foram estabelecidos pelo pesquisador por proporção (tabela 7).

Tabela 7 – Indicadores do parâmetro de avaliação “Desempenho térmico dos materiais de cobertura”

Parâmetros de avaliação qualitativa	Indicadores	Valores
Desempenho térmico dos materiais de cobertura	Transmitância térmica (U) ($\text{W/m}^2\text{K}$)	
	$U > 4$	0,00
	$2,0 < U \leq 3,0$	0,25
	$3,0 < U \leq 4,0$	0,50
	$1,0 < U \leq 2,0$	0,75
	$U \leq 1,0$	1,00

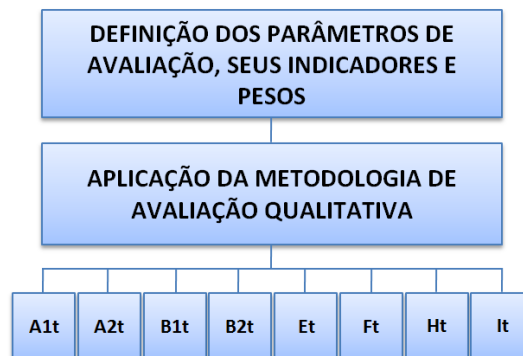
Com a definição da metodologia, passou-se a aplicação do procedimento em 8 espaços de transição de edifícios de salas de aula do câmpus da UNESP em Bauru. Na avaliação final de cada espaço, os valores obtidos em cada tema são somados para a composição de uma nota, que é disposta em escala de valores semântica (figura 22) que vai da menor para a maior importância e classificado em péssimo (vermelho), ruim (laranja), regular (amarelo), bom (verde) e ótimo (azul).

Figura 22 – Escala de valores



A partir disso, caso o espaço analisado tenha uma classificação péssima ou ruim, é possível identificar qual o parâmetro pode sofrer intervenção para melhoria da qualidade térmica geral do espaço. O método desenvolvido é um instrumento técnico prático de avaliação e pode ser aplicado em espaços de transição do tipo linear externo, desde que os indicadores sejam adaptados à realidade local. A Figura 23 mostra a síntese da metodologia aplicada nessa etapa.

Figura 23 – Síntese da metodologia de avaliação qualitativa dos espaços de transição e aplicação.



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise e discussão dos resultados foram divididas em três itens: o primeiro aborda as variações microclimáticas e do índice PET (item 4.1); o segundo, análise comparativa das variações de temperatura entre os espaços de transição e ambientes adjacentes (item 4.2) e o último, a avaliação da qualidade térmica dos espaços de transição do tipo linear externo (item 4.3).

4.1 Variações microclimáticas e do índice PET

De acordo com os dados do IPMet, durante o período de monitoramento dos dados, os valores médios de umidade relativa variaram de 69,2%, no início da manhã, a 45,2% no período da tarde; as temperaturas médias do ar apresentaram valores mais baixos, no início da manhã, em torno de 23,7°C e de 31,4°C, à tarde. Os valores médios para todo o período foram de 51,2% de umidade relativa do ar e 29,3°C de temperatura do ar, registros que estão dentro da média histórica encontrada para o período e que, por isso, caracterizam condições de tempo quente, típicas do verão local.

Os resultados dos levantamentos microclimáticos mostram as diferenças entre os espaços internos, de transição e externo de cada edifício analisado. As figuras 24 a 27 evidenciam essa questão ao apresentar em gráficos, as variações de temperatura e umidade nos espaços monitorados, além dos registros obtidos no IPMet para o mesmo período. Esses gráficos ressaltam que há, em geral, valores intermediários de temperatura e umidade do ar nos espaços de transição, em relação aos ambientes internos e externos a eles conectados, e evidenciam o efeito amenizador microclimático que os espaços de transição têm em relação às condições microclimáticas adjacentes, em condições de tempo quente. Assim, verifica-se uma diminuição da temperatura e aumento da umidade relativa do ar no sentido espaço externo → espaço de transição → espaço interno.

Figura 24 – Gráficos de (a) temperatura e (b) umidade relativa do ar para os espaços do edifício A.

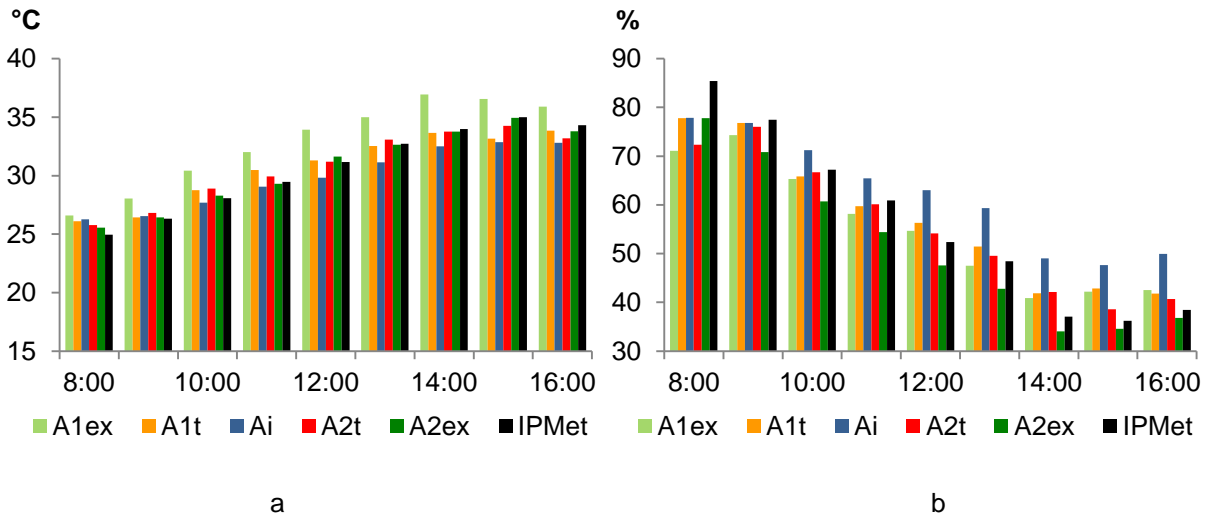


Figura 25 – Gráficos de (a) temperatura e (b) umidade relativa do ar para os espaços do edifício B.

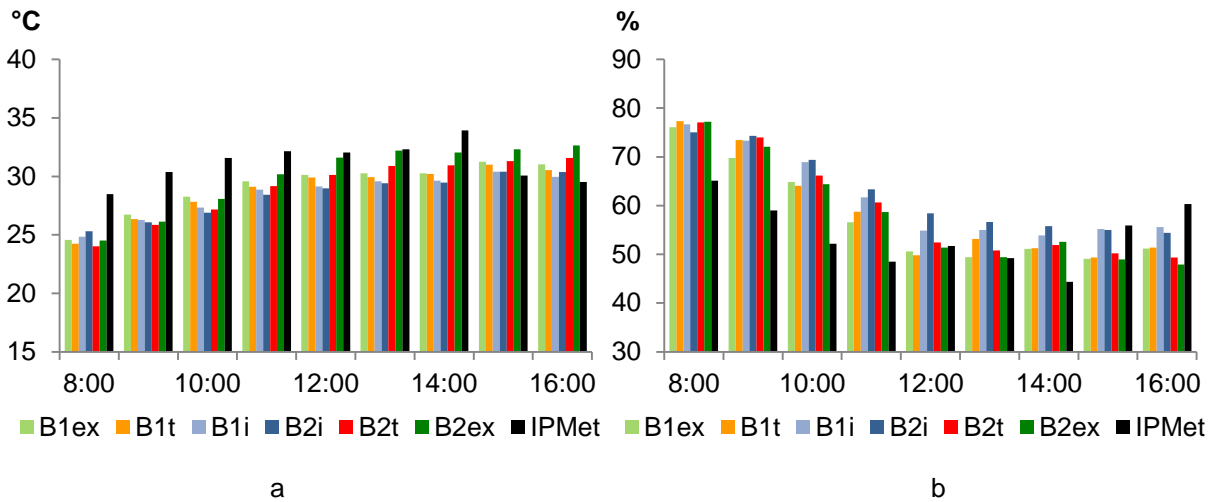


Figura 26 – Gráficos de (a) temperatura e (b) umidade relativa do ar para os espaços dos edifícios E e F.

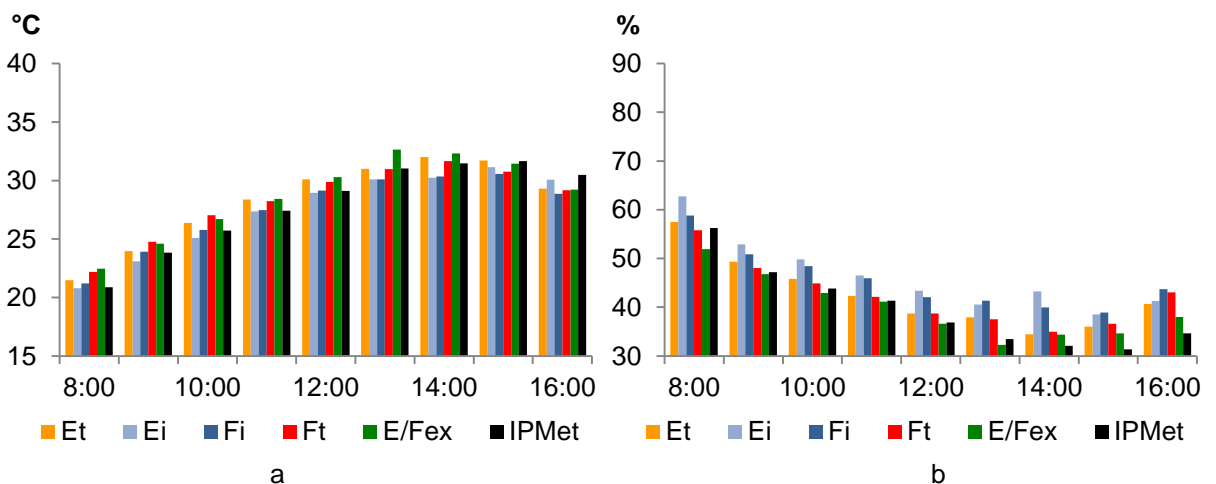
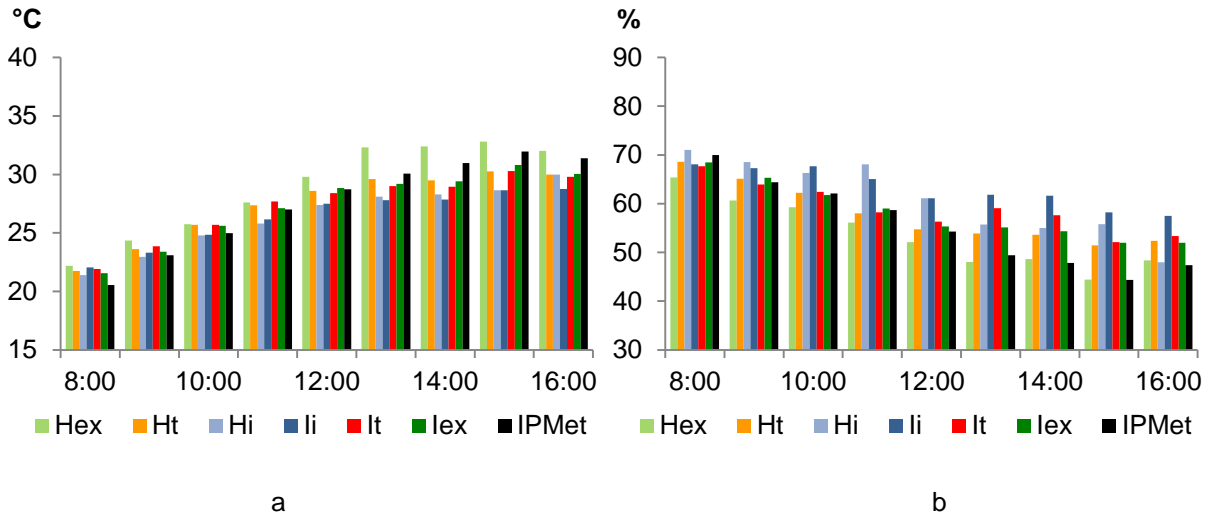


Figura 27 – Gráficos de (a) temperatura e (b) umidade relativa do ar para os espaços dos edifícios H e I.



Em cada espaço de transição avaliado, localizados em orientações contrárias (Norte/Sul e Leste/Oeste) ou na mesma orientação (Oeste), verificou-se alterações microclimáticas maiores ou menores, em função das condições de exposição solar, características microclimáticas do espaço externo e das dimensões e materiais de cobertura, já que foram encontrados espaços com telhas de fibrocimento e forro de madeira ou de PVC, telha metálica sanduíche e forro de PVC e outros apenas com telhas de fibrocimento sem forro. Dessa forma, o grau de amenização microclimática varia de acordo com as características locais, além do período analisado (manhã e tarde). Isso porque, no período da manhã, as diferenças microclimáticas entre os espaços internos, de transição e externos são menores, mas se acentuam no período da tarde, quando o papel amenizador microclimático torna-se mais evidente.

As figuras 28 e 29 mostram respectivamente os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar do edifício A, divididos em (a) manhã e (b) tarde. Nesse edifício, cujos espaços de transição possuem orientações Oeste (A1t) e Leste (A2t), verificou-se uma melhor qualidade térmica para o espaço de orientação Oeste no período da manhã (diferença de 0,3°C). À tarde esperava-se uma pior qualidade térmica para essa orientação, tendo em vista a incidência da radiação solar, que se reflete inclusive em um espaço externo com piores condições

microclimáticas, mas houve uma sutil diferença do espaço A1t para melhor (0,2°C), se comparado com A2t. Este fato pode ser justificado pelas características construtivas do espaço de transição de orientação Oeste, que apresentam uma melhor relação H/W, com uma largura mais generosa em relação ao da orientação Leste. Além disso, o entorno arborizado dessa área de transição consegue barrar parte da radiação solar que poderia atingir o local no período da tarde, funcionando como protetor solar. As diferenças de umidade relativa do ar entre os espaços de transição foram pouco significativas.

O espaço A1t também teve melhor atenuação das condições externas, principalmente no período da tarde, quando as diferenças microclimáticas entre os ambientes ficam mais evidentes. Durante todo o intervalo de tempo analisado, o espaço A1t apresentou dados intermediários em relação aos espaços adjacentes, enquanto o espaço A2t teve dados médios muito semelhantes aos do espaço externo.

Figura 28 – Valores médios de temperatura do ar para os espaços analisados no edifício A, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.

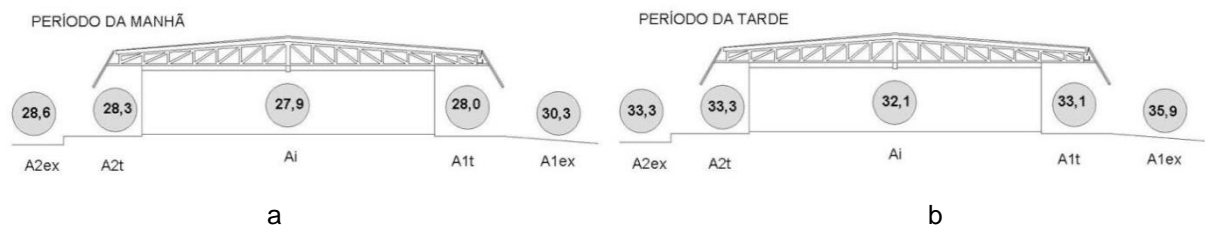
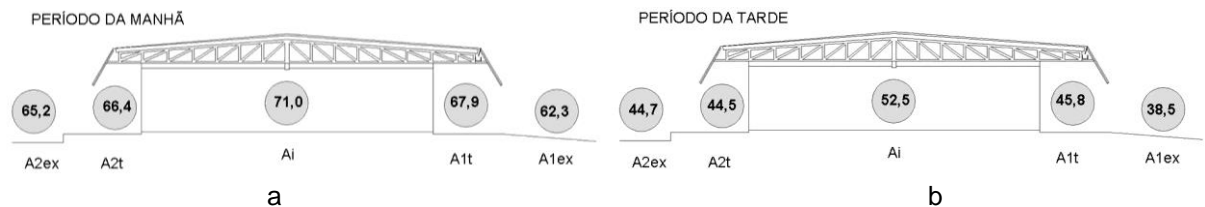


Figura 29 – Valores médios de umidade relativa do ar para os espaços analisados no edifício A, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.



As figuras 30 e 31 mostram, respectivamente, os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar do edifício B, divididos em (a) manhã e (b) tarde. Nesse edifício os espaços de transição possuem orientações Sul (B1t) e Norte (B2t), e verificou-se uma qualidade térmica pouco melhor para o espaço de

orientação Norte no período da manhã (diferença de $0,2^{\circ}\text{C}$) e o de orientação Sul durante o período da tarde (diferença de $0,7^{\circ}\text{C}$). As diferenças de umidade relativa do ar entre os espaços de transição foram pouco significativas.

Como esses dois espaços possuem as mesmas características construtivas, as diferenças encontradas se devem, sobretudo, a influência da orientação e das condições de sombreamento do espaço externo. Enquanto o espaço B1ex possui árvores mais concentradas e mais altas, que bloqueiam a radiação solar e criam microclimas mais amenos, o espaço B2ex possui árvores mais esparsas e mais baixas, que contribuem para que o espaço externo fique mais exposto à radiação solar direta. Durante todo o intervalo de tempo analisado, ambos os espaços de transição apresentaram dados intermediários em relação aos espaços adjacentes.

Figura 30 – Valores médios de temperatura do ar para os espaços analisados no edifício B, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.

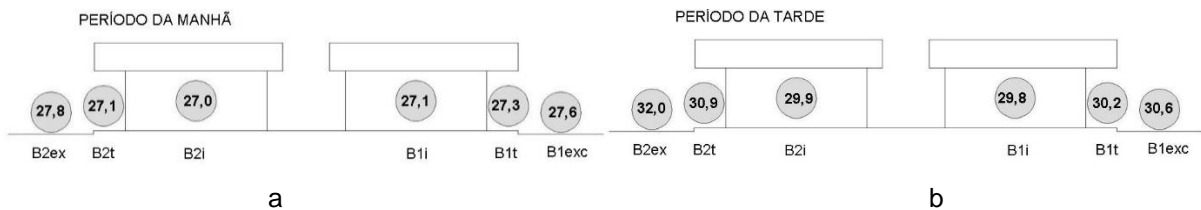
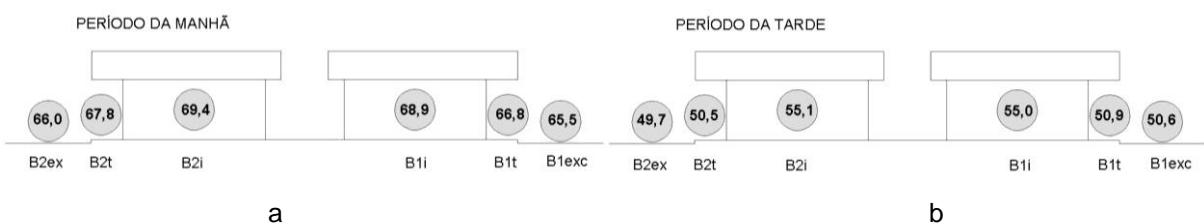


Figura 31 – Valores médios de umidade relativa do ar para os espaços analisados no edifício B, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.



Os edifícios E e F possuem um espaço de transição cada, localizados a Norte e Sul. As figuras 32 e 33 apresentam respectivamente os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar desses espaços divididos em (a) manhã e (b) tarde. O espaço de transição Norte mostrou qualidade térmica pouco melhor no período da manhã (diferença de $0,5^{\circ}\text{C}$) e pouco pior no período da tarde, em relação ao espaço oposto (diferença de $0,4^{\circ}\text{C}$). Já as diferenças de umidade relativa do ar entre os espaços de transição foram pouco significativas.

Esses edifícios possuem as mesmas características construtivas, e estão voltados a um mesmo espaço externo, no entanto há diferenças na exposição solar que eles têm, já que há um sombreamento pouco maior do espaço Ft. Os ambientes internos das duas edificações também mostraram diferenças nas condições microclimáticas, devido principalmente à orientação e influência do entorno, que protege melhor o edifício F, a partir de seu espaço de transição. Durante todo o intervalo de tempo analisado, ambos os espaços de transição apresentaram dados intermediários em relação aos espaços adjacentes.

Figura 32 – Valores médios de temperatura do ar para os espaços analisados nos edifícios E e F, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.

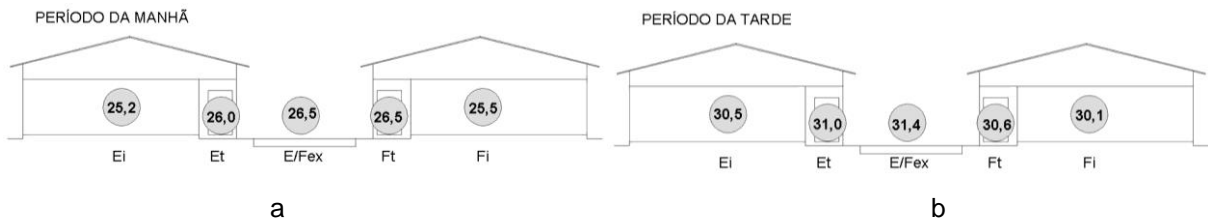
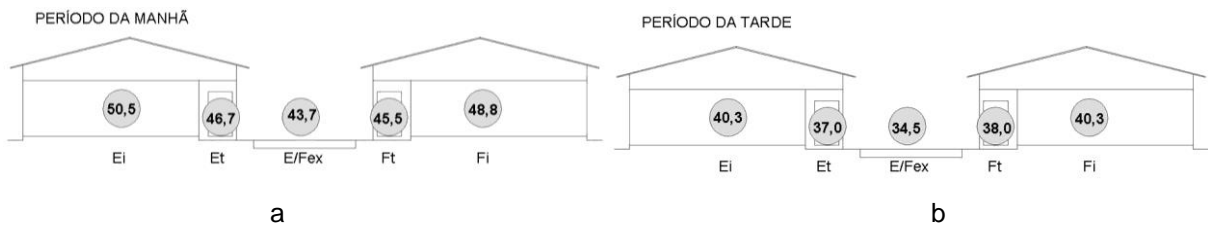


Figura 33 – Valores médios de umidade relativa do ar para os espaços analisados nos edifícios E e F, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.



Os edifícios H e I possuem um espaço de transição cada, ambos localizados a Oeste. As figuras 34 e 35 apresentam respectivamente os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar desses espaços divididos em (a) manhã e (b) tarde. O espaço It mostrou qualidade térmica ligeiramente melhor que Ht em todo o período (diferença de 0,1°C no período da manhã e de 0,3°C à tarde). Já as diferenças de umidade relativa do ar entre os espaços de transição foram pouco significativas.

Ainda que os espaços estejam voltados para a mesma orientação e tenham as mesmas dimensões, o espaço It possui cobertura com telha metálica sanduíche e forro de PVC, enquanto o espaço Ht possui telha de fibrocimento sem forro, o que

justifica suas condições microclimáticas, já que no primeiro caso, o material tem um desempenho térmico adequado frente às exigências em relação ao clima local. Além disso, o espaço externo do edifício H não oferece tanta proteção quanto o entorno do outro edifício, e recebe dessa forma, mais radiação solar direta. Ambos os espaços de transição mostraram valores de temperatura e umidade relativa do ar intermediária aos espaços adjacentes, considerando todo o período de monitoramento, no entanto, os valores de It se assemelham mais a lex, já que toda a área estava mais sombreada.

Figura 34 – Valores médios de temperatura do ar para os espaços analisados nos edifícios H e I, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.

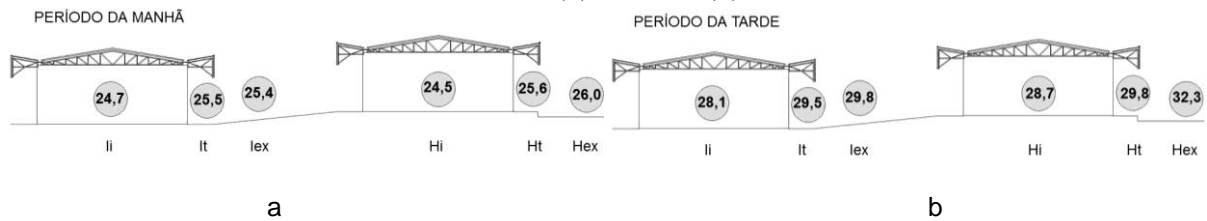
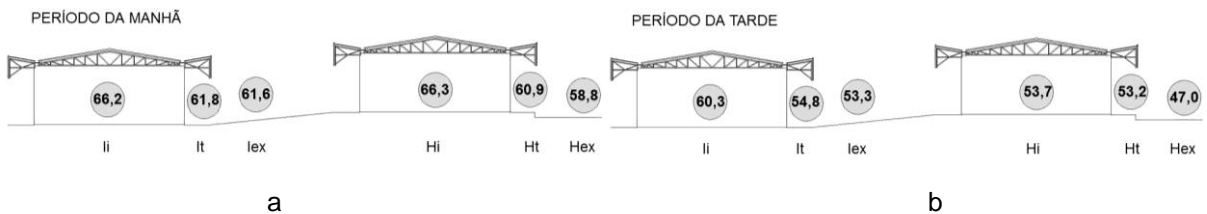


Figura 35 – Valores médios de umidade relativa do ar para os espaços analisados nos edifícios H e I, divididos em: (a) manhã e (b) tarde.



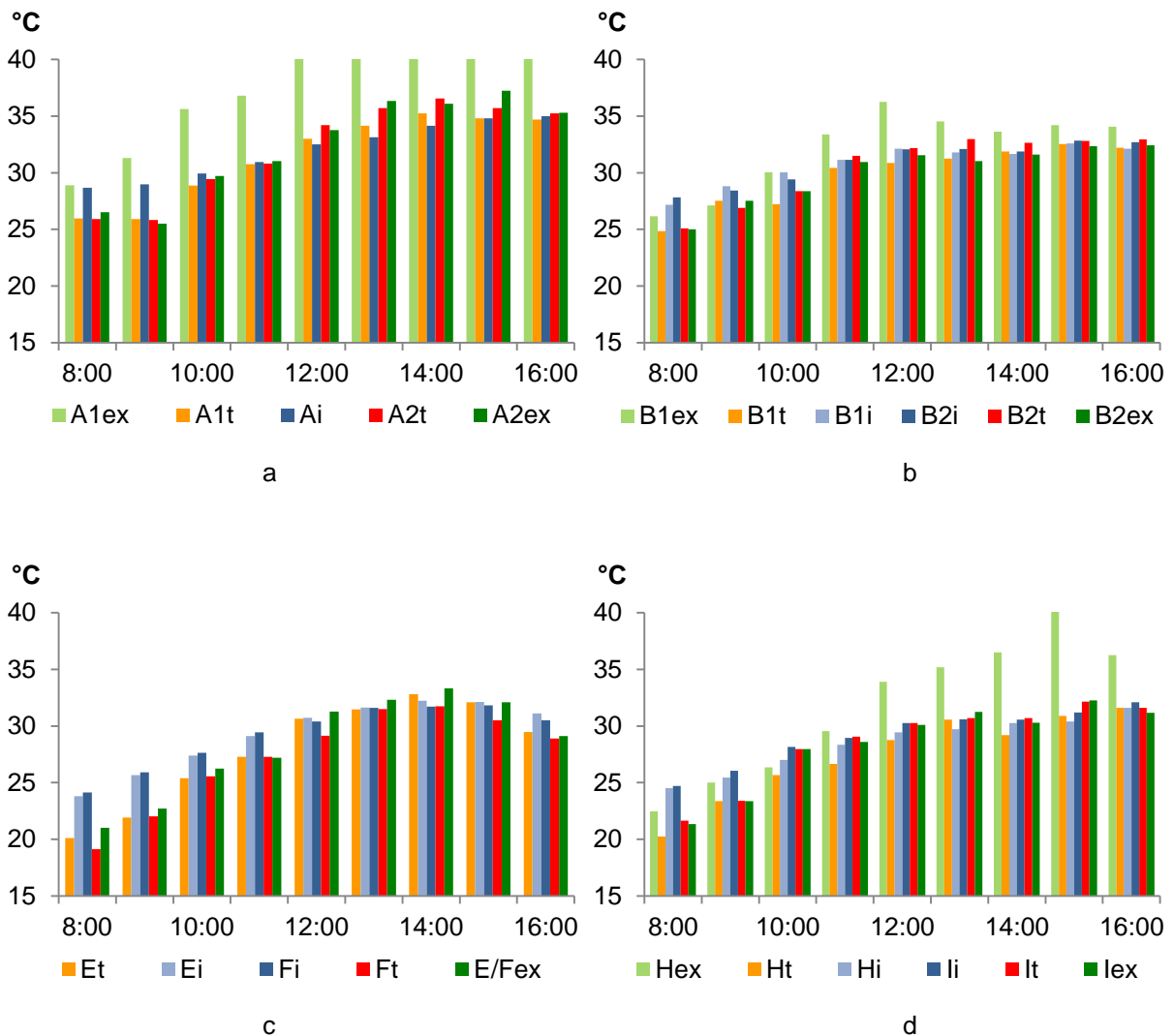
4.1.1 Aplicação do índice PET

O cálculo do índice PET, nos espaços de transição e nos internos e externos conectados de cada edifício, permitiu uma análise das condições de conforto térmico calculado, que leva em consideração outras variáveis na sensação térmica, tais como a temperatura média radiante e a velocidade do ar.

A figura 36 mostra gráficos do comportamento horário do índice PET nos espaços de transição dos edifícios A, B, E/F e H/I, que evidenciam o efeito

amenizador das condições de conforto térmico desses espaços em relação às condições externas, na maioria dos horários observados.

Figura 36 – Gráficos do índice PET dos espaços analisados nos Edifícios (a) A, (b) B, (c) E/F e (d) H/I.



A maioria dos espaços internos desses edifícios apresentou valores de PET altos, e em alguns horários superiores aos observados nos espaços de transição. Esse fato pode ser justificado pela pouca ventilação das salas de aula e suas características construtivas. Ressalta-se que, os ambientes internos estiveram naturalmente ventilados durante a pesquisa, mas em dias letivos o uso do condicionamento do ar contribui para acirrar as diferenças microclimáticas e de conforto entre ambientes internos e externos.

Os resultados do levantamento microclimático e o cálculo do índice PET serviram para comprovar o efeito amenizador microclimático e das condições de conforto térmico dos espaços de transição, que contribuem para reduzir o choque térmico dos usuários no percurso entre os ambientes externos e internos e vice versa. Essa avaliação não foi comparativa entre os diversos espaços, uma vez que as medições não foram simultâneas, no entanto, serviu para avaliar as diferenças entre os espaços interno, de transição e externo de cada edifício e verificar a existência da influência do conjunto dos atributos físicos e das características do entorno.

4.2 Análise comparativa das variações de temperatura entre os espaços de transição e ambientes adjacentes

A avaliação do comportamento das variações de temperatura nos espaços de transição e ambientes adjacentes (figura 37) e do valor médio de temperatura dos espaços de transição dos edifícios A, B, E/F e H/I (figura 38), calculados por regressão linear a partir dos valores médios para mês de janeiro de 2015, obtidos no IPMet, conforme especificado na metodologia, evidenciou que:

- Os espaços de transição apresentam valores intermediários aos ambientes adjacentes e, por isso, contribuem para amenizar o choque térmico no trajeto entre ambientes internos e externos e internos e vice-versa. Dados também ressaltados no monitoramento microclimático;
- As maiores diferenças entre espaços externos e de transição ocorrem naqueles localizados nas orientações Leste e Oeste (gráficos 37a e 37d), conforme comparação entre eles com os de orientações Norte e Sul (gráficos 37b e 37c), cujas diferenças foram mais sutis;
- As condições microclimáticas externas são significativas para a qualidade térmica dos espaços de transição. Entre os espaços com orientações similares, como por exemplo, os espaços B1t e Ft (orientação Sul) e B2t e Et (orientação Norte), os que apresentam menores temperaturas são aqueles cujos ambientes externos possuem temperaturas mais amenas. O mesmo foi observado nos espaços de transição dos edifícios A e H/I (de orientação Leste e Oeste).

Figura 37 – Gráficos de temperatura do ar calculada por regressão linear dos espaços analisados nos Edifícios (a) A, (b) B, (c) E/F e (d) H/I.

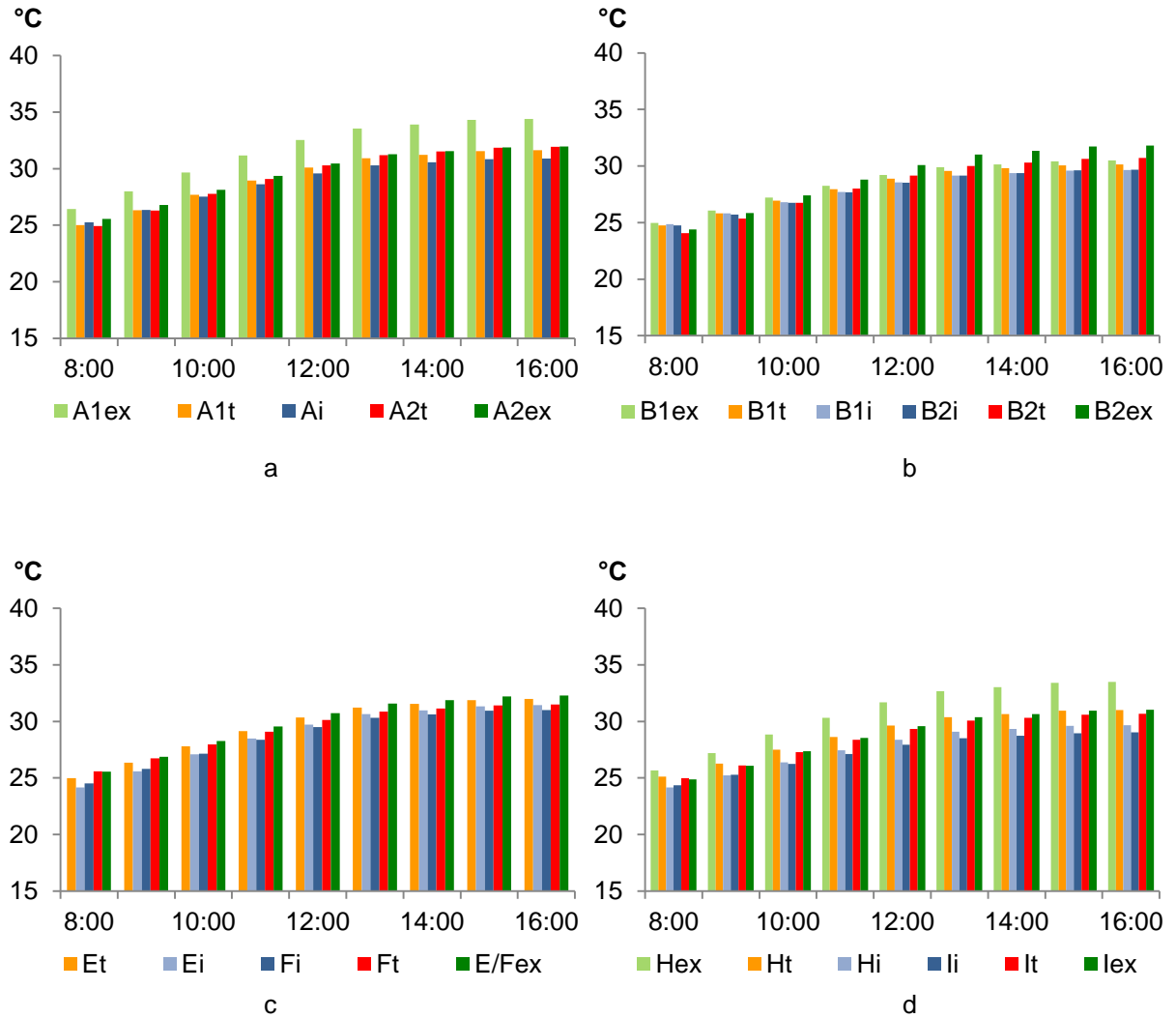
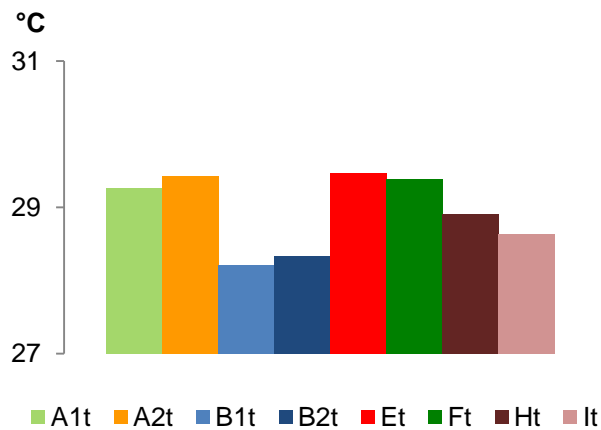


Figura 38 – Valor médio de temperatura do ar calculada por regressão linear dos espaços de transição avaliados.



Esses resultados, além de ressaltar a influência dos microclimas externos, também mostram que pode existir uma diferença entre o efeito amenizador microclimático do espaço e a qualidade térmica desse mesmo espaço, já que um espaço que consegue amenizar bem as condições externas pode apresentar temperaturas consideradas altas.

As condições microclimáticas dos espaços externos, adjacentes aos de transição, constituem o primeiro filtro de amenização das condições climáticas e influenciam as condições microclimáticas dos espaços de transição. Da mesma forma, os aspectos projetuais dos espaços de transição também influenciam sua qualidade térmica e evidenciam a influência de atributos físicos na qualidade térmica, seja positiva ou negativamente.

Esses resultados não permitiram avaliar quantitativamente a influência dos atributos físicos na qualidade térmica dos espaços de transição, no entanto mostraram que a orientação solar, as dimensões dos espaços e as características térmicas da cobertura tem um papel importante na caracterização da qualidade térmica desses espaços, juntamente com as condições microclimáticas do entorno imediato.

4.3 Avaliação da qualidade térmica dos espaços de transição do tipo linear externo

Com base nos parâmetros de avaliação, seus indicadores e a atribuição de pesos, foi gerada a seguinte tabela para avaliar a qualidade térmica dos espaços dos espaços de transição. Assim, a tabela 8 mostra todos os parâmetros juntos, com atribuição de pesos e a pontuação máxima adquirida por cada indicador.

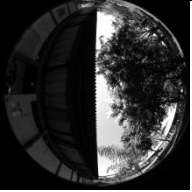
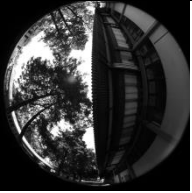
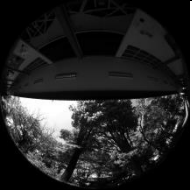



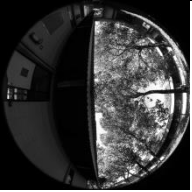
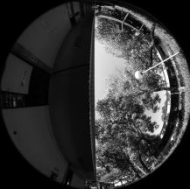
Tabela 8 – Parâmetros e indicadores de avaliação da qualidade térmica de espaços de transição do tipo linear externo.

Pesos	Parâmetros de avaliação qualitativa	Indicadores	Valores	Pont. máxima
0,25	Intensidade da radiação solar incidente	Orientação solar		
		Leste/Oeste (9858 W/m ²)	0,00	0,00
		Nordeste/Noroeste (8785 W/m ²)	0,25	0,06
		Sudeste/Sudoeste (7406 W/m ²)	0,50	0,13
		Sul (1440 W/m ²)	0,75	0,19
		Norte (0 W/m ²)	1,00	0,25
0,25	Obstrução do entorno	Fator de Visão do céu (FVC)		
		FVC > 0,4	0,00	0,00
		0,3 < FVC ≤ 0,4	0,25	0,06
		0,2 < FVC ≤ 0,3	0,50	0,13
		0,1 < FVC ≤ 0,2	0,75	0,19
		FVC ≤ 0,1	1,00	0,25
0,25	Influência da altura (H) e da largura (W)	Relação H/W		
		H/W > 2,0	0,00	0,00
		1,6 < H/W ≤ 2,0	0,25	0,06
		1,2 < H/W ≤ 1,6	0,50	0,13
		0,8 < H/W ≤ 1,2	0,75	0,19
		H/W ≤ 0,8	1,00	0,25
0,25	Desempenho térmico dos materiais de cobertura	Transmitância térmica (U) (W/m²K)		
		U > 4	0,00	0,00
		2,0 < U ≤ 3,0	0,25	0,06
		3,0 < U ≤ 4,0	0,50	0,13
		1,0 < U ≤ 2,0	0,75	0,19
		U ≤ 1,0	1,00	0,25

A partir dessa tabela é possível identificar que os indicadores que contribuem para a qualidade boa/ótima são: orientações norte e sul; fator de visão do céu menor que 0,3, relação H/W menor que 1,2 e transmitância térmica dos materiais de cobertura menor ou igual a 2,0 W/m²K. Já os piores indicadores elencados foram: orientação leste e oeste; fator de visão do céu maior que 0,4; relação H/W maior que 1,6 e transmitância térmica dos materiais de cobertura maior que 2.

A metodologia para avaliação qualitativa foi aplicada nos espaços de transição estudados dos edifícios A, B, E, F, G, H e I, a partir dos atributos físicos de cada um, como parâmetros de avaliação e seus indicadores (tabela 9).

Tabela 9 – Atributos físicos dos espaços de transição dos edifícios analisados.

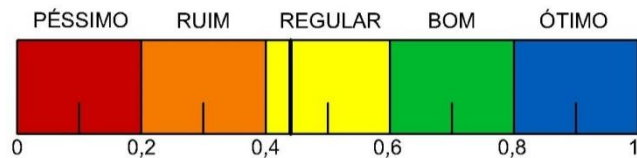
ESPAÇO DE TRANSIÇÃO	ORIENTAÇÃO	FVC	FOTO HEMISFÉRICA	H/W	TRANSMITÂNCIA TÉRMICA DOS MATERIAIS DE COBERTURA
A1	OESTE	0,12		0,8	$U=4,60\text{W/m}^2\text{K}$
A2	LESTE	0,1		1,2	$U=4,60\text{W/m}^2\text{K}$
B1	SUL	0,09		1,6	$U=1,76\text{W/m}^2\text{K}$
B2	NORTE	0,20		1,6	$U=1,76\text{W/m}^2\text{K}$
E	NORTE	0,17		1,1	$U=2,00\text{W/m}^2\text{K}$
F	SUL	0,09		1,1	$U=2,00\text{W/m}^2\text{K}$
H	OESTE	0,08		1,5	$U=4,60\text{W/m}^2\text{K}$
I	OESTE	0,13		1,5	$U\approx 0,50\text{W/m}^2\text{K}$

A tabela 10 mostra o resultado da avaliação do **espaço de transição A1**, verifica-se que apesar da baixa pontuação relacionada à orientação Oeste e ao desempenho térmico da cobertura, esse espaço de transição tem uma ótima relação H/W e um bom sombreamento do entorno. Esses aspectos amenizaram a avaliação, que obteve uma pontuação de 0,44, considerada regular (figura 39).

Tabela 10 – Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço A1.

Espaço de transição: A1				
Peso	Parâmetro de avaliação qualitativa	Indicador	Valor do Indicador	Valor total
0,25	Intensidade da radiação solar incidente	Oeste	0	0
0,25	Obstrução do entorno	FVC= 0,12	0,75	0,19
0,25	Influência da altura (H) e da largura (W)	H/W= 0,8	1	0,25
0,25	Desempenho térmico dos materiais de cobertura	Telha de fibrocimento sem forro (U=4,60W/m ² K)	0	0

Figura 39 – Escala de valores dos Espaços de Transição A1 e A2.



Já o espaço de transição A2 (tabela 11), de orientação contrária ao A1, possui uma largura inferior e, por isso, uma maior relação H/W, e também apresenta o melhor sombreamento do entorno. Assim, esses aspectos compensatórios contribuíram para que a avaliação fosse idêntica ao A1, ou seja, obteve 0,44 pontos (regular). Para melhorar a qualidade térmica desses dois espaços bastaria instalar um forro, que poderia ser de madeira ou de PVC, para melhorar o desempenho térmico da cobertura. Assim, a qualidade térmica de ambos equivale ao nível “bom”.

Tabela 11 – Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço A2.

Espaço de transição: A2				
Peso	Parâmetro de avaliação qualitativa	Indicador	Valor do Indicador	Valor total
0,25	Intensidade da radiação solar incidente	Leste	0	0
0,25	Obstrução do entorno	0,1	1	0,25
0,25	Influência da altura (H) e da largura (W)	1,2	0,75	0,19
0,25	Desempenho térmico dos materiais de cobertura	Telha de fibrocimento sem forro ($U=4,60W/m^2K$)	0	0

Quanto aos espaços de transição B1 (tabela 12) e B2 (tabela 13), ambos apresentaram qualidade térmica superior, e obtiveram 0,75 pontos (figura 40). Esse fato se justifica em função da orientação solar (Sul e Norte, respectivamente), além da cobertura composta por telhas metálicas e forro de PVC, que atendem requisitos da NBR 15220-3 (ABNT, 2005) para a zona bioclimática 4, e ótimo sombreamento do entorno, apesar de uma maior relação H/W. Apesar da sutil diferença entre os dois espaços, em relação a intensidade de radiação solar incidente e obstrução do entorno, verifica-se que um parâmetro compensa o outro. Para melhorar a qualidade térmica desses espaços seria necessário diminuir a relação H/W.

Tabela 12 – Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço B1.

Espaço de transição: B1				
Peso	Parâmetro de avaliação qualitativa	Indicador	Valor do Indicador	Valor total
0,25	Intensidade da radiação solar incidente	Sul	0,75	0,19
0,25	Obstrução do entorno	0,09	1	0,25
0,25	Influência da altura (H) e da largura (W)	1,6	0,50	0,13
0,25	Desempenho térmico dos materiais de cobertura	Telha de fibrocimento com forro PVC ($U=1,76W/m^2K$)	0,75	0,19

Figura 40 – Escala de valores dos Espaços de Transição B1 e B2.

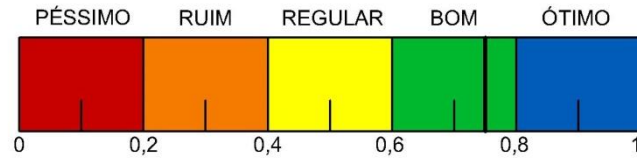


Tabela 13 – Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço B2.

Espaço de transição: B2				
Peso	Parâmetro de avaliação qualitativa	Indicador	Valor do Indicador	Valor total
0,25	Intensidade da radiação solar incidente	Norte	1	0,25
0,25	Obstrução do entorno	0,2	0,75	0,19
0,25	Influência da altura (H) e da largura (W)	1,6	0,5	0,13
0,25	Desempenho térmico dos materiais de cobertura	Telha de fibrocimento com forro PVC ($U=1,76W/m^2K$)	0,75	0,19

Para os espaços de transição E e F (tabela 14 e 15, respectivamente) com mesmos atributos físicos, mas diferentes orientações e sutil diferença no FVC, a avaliação obteve a pontuação de 0,81 (figura 41), que se enquadra na faixa de ótima qualidade térmica. Esse ótimo resultado, evidencia a importância de uma ótima ou boa pontuação para cada indicador dos parâmetros de avaliação.

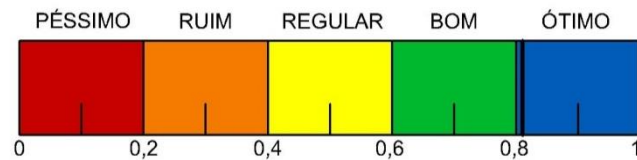
Tabela 14 – Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço E.

Espaço de transição: E				
Peso	Parâmetro de avaliação qualitativa	Indicador	Valor do Indicador	Valor total
0,25	Intensidade da radiação solar incidente	Norte	1	0,25
0,25	Obstrução do entorno	0,18	0,75	0,19
0,25	Influência da altura (H) e da largura (W)	1,1	0,75	0,19
0,25	Desempenho térmico dos materiais de cobertura	Telha de fibrocimento com forro de madeira ($U=2,00W/m^2K$)	0,75	0,19

Tabela 15– Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço F.

Espaço de transição: F				
Peso	Parâmetro de avaliação qualitativa	Indicador	Valor do Indicador	Valor total
0,25	Intensidade da radiação solar incidente	Sul	0,75	0,19
0,25	Obstrução do entorno	0,09	1	0,25
0,25	Influência da altura (H) e da largura (W)	1,1	0,75	0,19
0,25	Desempenho térmico dos materiais de cobertura	Telha de fibrocimento com forro de madeira (U=2,00W/m ² K)	0,75	0,19

Figura 41 – Escala de valores dos Espaço de Transição E e F.

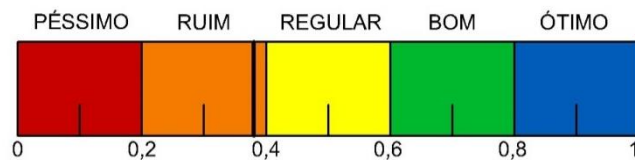


Diferentemente dos espaços anteriores, a pior avaliação foi observada no espaço de transição H (tabela 16), localizado a Oeste, que apresentou pontuação de 0,38 (figura 42). Apesar da ótima obstrução do entorno, o que ameniza os efeitos da grande incidência de radiação solar direta, a proteção pela cobertura é ruim, pois o telhado sem forro possui uma alta transmitância térmica e a relação H/W também possui um indicador regular.

Tabela 16 – Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço H.

Espaço de transição: H				
Peso	Parâmetro de avaliação qualitativa	Indicador	Valor do Indicador	Valor total
0,25	Intensidade da radiação solar incidente	Oeste	0	0
0,25	Obstrução do entorno	0,08	1	0,25
0,25	Influência da altura (H) e da largura (W)	1,5	0,5	0,13
0,25	Desempenho térmico dos materiais de cobertura	Telha de fibrocimento sem forro ($U=4,60W/m^2K$)	0	0

Figura 42 – Escala de valores do Espaço de Transição H.

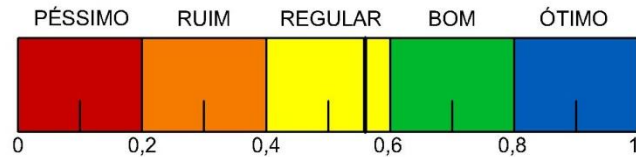


Já o espaço de transição I (tabela 17), similar ao H, obteve avaliação regular (pontuação de 0,57) (figura 43). Esse espaço difere do espaço I pela cobertura, que possui um ótimo desempenho térmico, e pelo indicador da obstrução do entorno, que é pouco inferior. Uma melhor relação H/W poderia contribuir para elevar a pontuação e melhorar a qualidade térmica desse espaço, que possui pouca largura.

Tabela 17 – Aplicação da Metodologia de Avaliação Qualitativa no espaço I.

Espaço de transição: I				
Peso	Parâmetro de avaliação qualitativa	Indicador	Valor do Indicador	Valor total
0,25	Intensidade da radiação solar incidente	Oeste	0	0
0,25	Obstrução do entorno	0,13	0,75	0,19
0,25	Influência da altura (H) e da largura (W)	1,5	0,5	0,13
0,25	Desempenho térmico dos materiais de cobertura	Telha metálica sanduiche e forro de PVC ($U\approx 0,50W/m^2K$)	1	0,25

Figura 43 – Escala de valores do Espaço de Transição I.



A aplicação dessa metodologia de avaliação dos espaços de transição do tipo linear externo evidencia qualitativamente a importância de cada indicador dos parâmetros relacionados aos atributos físicos do espaço de transição. No entanto, a real qualidade do espaço está fortemente relacionada com as condições microclimáticas do entorno, mas os indicadores de cada parâmetro de avaliação podem contribuir positiva ou negativamente para a qualidade térmica desses espaços, e um ótimo indicador de um parâmetro poderá compensar um indicador ruim de outro na pontuação final.

Por meio dessa avaliação, verifica-se que de uma maneira geral os resultados refletem os dados discutidos no item 4.2. No entanto, mesmo o espaço de transição que obteve uma boa avaliação pode apresentar condições microclimáticas desfavoráveis, se a qualidade microclimática externa estiver ruim, como aconteceu nos espaços de transição do edifício E/F. Além disso, esses espaços estão voltados para um único espaço externo, que tem configuração diferente dos demais analisados, com alta impermeabilidade do solo e relevo em declive para o centro do espaço, o que forma um pequeno cânion. Isso mostra que a metodologia tem limites de aplicação de acordo com as configurações e o microclima do espaço externo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa mostrou que existem relações significativas entre a qualidade térmica dos espaços de transição com suas características construtivas e condições microclimáticas do entorno imediato. Além disso, ao comprovar o papel amenizador microclimático e das condições de conforto térmico, calculados por meio do índice PET, a pesquisa reforçou resultados compatíveis com outros estudos abordados na revisão bibliográfica.

A avaliação comparativa entre valores de temperatura atingidos pelos espaços de transição evidenciou que pode existir uma diferença entre efeito amenizador microclimático e a qualidade térmica, pois ao comparar os espaços avaliados, alguns dos que obtiveram maior diferença de temperatura entre os ambientes externos e internos e boa amenização microclimática, também apresentaram temperaturas elevadas, conseqüentemente, pior qualidade térmica. Esse fato comprova a importância do sombreamento da área externa adjacente ao espaço de transição, que deve servir como filtro da radiação solar e contribuir para qualidade do espaço de transição.

Outras importantes constatações foram as relações existentes entre microclimas com outros parâmetros de projeto, que interferem na qualidade térmica dos espaços de transição. No entanto, a dificuldade em avaliar a eficiência simultânea desses espaços, pois cada um foi submetido a diferentes condições microclimáticas, levou ao desenvolvimento de uma metodologia de avaliação qualitativa, que considera os principais atributos físicos que influenciam a qualidade térmica dos espaços de transição, que são: orientação solar, condições de sombreamento do entorno, dimensões e as características térmicas dos materiais de cobertura.

O desenvolvimento da avaliação qualitativa permitiu identificar características ideais para espaços de transição mais agradáveis em clima quente, que podem ser inseridas no processo projetual de edifícios institucionais e contribuir para um uso mais intenso, inclusive como espaço de permanência dos usuários. Dessa forma, indica-se que os espaços de transição do tipo linear externo, ainda que circundem todo o edifício, protegendo-o contra as intempéries, tenha as aberturas voltadas a

Norte e Sul; possua vegetação ou outras barreiras físicas, que permitam um bom sombreamento, sem afetar a ventilação, sobretudo em períodos mais críticos (período vespertino do verão e estações intermediárias); utilização de larguras mais generosas, preferencialmente com relação H/W menor ou igual a 0,80, e materiais de cobertura adequados ao clima, com transmitância térmica baixa, preferencialmente menor ou igual a 2 W/m²K, conforme especificado na NBR 15220.

A contribuição desse trabalho para a questão do conforto térmico e relações microclimáticas do espaço de transição é muito importante, ao investigar a influência dos atributos físicos em sua qualidade térmica. No entanto, a temática é muito abrangente e ainda pouco estudada. Dessa forma, sugere-se o desenvolvimento de novas pesquisas, que abordem as seguintes questões:

- Avaliação da amenização climática de espaços de transição com ambientes internos adjacentes com condicionamento de ar;
- Avaliação das relações microclimáticas entre espaços internos, de transição e externos em período frio;
- Verificação da influência do espaço interno na qualidade térmica do espaço de transição;
- Aplicação da metodologia de avaliação qualitativa do espaço de transição, desenvolvidos nessa pesquisa, em outros contextos climáticos e culturais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGUELLES, H. B. Transitional Spaces: Balconies Regulating Indoor Thermal Comfort. In: Conference People and Buildings, Londres, 2011. **Anais...** Londres: NCEUB, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15220-3:** Desempenho Térmico de Edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9050:** Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

BOLOS, C. C. **Transition space in architecture:** elements and profound experience. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Yale University School of Architecture, 2009.

BOTELHO, S. S. **Espaços de transição:** preservação da privacidade e estímulo do contacto social. Dissertação (Mestrado) - Universidade Técnica de Lisboa, 2010.

BRANDÃO, H. C. L. A Real Relação da Varanda com o Conforto Ambiental na História da Arquitetura Doméstica. **Revista Tempo de Conquista**, v. 11, 2012.

BRANDÃO, H. C. L.; MARTINS, A. M. M. A Varanda e suas Contribuições para a Sustentabilidade. In: Seminário Internacional NUTAU, 7., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2008.

BRANDÃO, H. C. L.; MARTINS, A. M. M. Varandas nas Moradias Brasileiras: do período de colonização a meados do século XX. **Revista Tempo de Conquista**, v. 1, 2007.

CHUN, C.; KWOK, A.; TAMURA, A. Thermal comfort in transitional spaces—basic concepts: literature review and trial measurement. **Building and environment**, v. 39, n. 10, p. 1187-1192, 2004.

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

DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; da SILVA, T. M. L. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Ambiente Construído**, v.10, n. 2, p. 115-132, 2010.

DAVID, P. L. D. ; RIOLI, T. O. ; FONTES, M. S. G. C. O Uso de Espaços de Transição como Estratégia à Arquitetura Sustentável. In: Seminário Internacional NUTAU: Megaeventos e Sustentabilidade, 10., 2014, São Paulo. **Anais**

eletrônicos... São Paulo: USP, 2014. Disponível em <http://www.usp.br/nutau/anais_nutau2014/iniciar.html>. Acesso em: 19 abr. 2015.

DEB, C.; RAMACHANDRAIAH, A. Evaluation of thermal comfort in a rail terminal location on India. **Building and Environment**, v. 45, n.11, p. 2571–2580, 2010.

FANGER, P. O. **Thermal comfort: Analysis and applications in environmental engineering**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1970.

FONTES, M. S. G. C.; NISHIMURA, S. N.; SEBASTIÃO, S. P. O.; FARIA, J. R. G. Thermal Comfort in Linear Space for Pedestrian Circulation and Recreation. Conference on Passive and Low Energy Architecture, 28., 2012, Lima, Perú. **Anais...** Lima: PUCP, 2012.

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

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO – FDE. **Catálogo de ambientes: Especificações do ambiente escolar**. 2015. Disponível em <<http://catalogotecnico.fde.sp.gov.br/>>. Acesso em 10 Nov. 2015.

GRAÇA, V. A. C. **A integração dos aspectos de conforto ambiental no projeto de escolas: uso da metodologia axiomática e de exemplos simplificados**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, 2008.

HWANG, R. L.; YANG, K. H.; CHEN, C. P.; WANG, S. T. Subjective responses and comfort reception in transitional spaces for guests versus staff. **Building and Environment**, v. 43, p. 2008 – 2021, 2008.

ILHAM, S. **Thermal comfort in transition spaces in desert communities: the study of cases in Tucson, Arizona**. Dissertação (Mestrado) – University of Arizona, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Perfil dos Municípios Brasileiros**. 2009. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2009/>>. Acesso 20 Mai. 2015.

JITKHAJORNWANICH, K.; PITTS, A. Interpretation of thermal responses of four subject groups in transitional spaces of buildings in Bangkok. **Building and Environment**, v. 37, n. 11, p. 1193 – 1204, 2002.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; WATRIN, V; SKUBS, D.; PINA, S. A. M. G.. Verandahs and Self-Built Houses: The Case of Campinas, Brazil. Conference on Passive and Low Energy Architecture, 20., Santiago, Chile, 2003. **Anais...** Santiago: PLEA, 2003.

LABAKI, L.C.; FONTES, M. S. G. C.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; DACANAL, C. Conforto térmico em espaços públicos de passagem: estudos em ruas de pedestres no estado de São Paulo. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 1, p. 167-183, 2012.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES, LABEEE. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. **Analysis Sol-ar**. Versão 6.2. 2009b. Disponível em <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software/analysis-sol-ar>>. Acesso em: 20 out. 2015.

LIN, C.; LIN, T.; HWANG, R. Thermal comfort for urban parks in subtropics: understanding visitor's perceptions, behavior and attendance. **Advances in Meteorology**, v. 2013, 2013. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1155/2013/640473>>. Acesso em 10 dez. 2015.

MATHEUS, C.; LABAKI, L. C.; MATSUMOTO, E. Conforto ambiental em uma área de transição com cobertura verde. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 11. e 7., 2011, Búzios. **Anais...** Búzios: ANTAC, 2011.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modelling radiation Fluxes in Simple and Complex Environments: application of the RayMan model. **International Journal of Biometeorology**, v. 51, n. 4, p. 323-334, 2007.

MAYER, H.; HÖPPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 38, n. 1, p. 43-49, 1987.

MEDINILHA, T. A. ; PEZZUTO, C. C. ; SKUBS, D. ; LABAKI, L. C. Avaliação da sensação térmica em áreas de transição. In: Encontro Nacional e Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 10. e 6., 2009, Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. A. Avaliação das condições térmicas de espaços semi-confinados por meio de verificação modelar comparativa e calibração empírica para a cidade de São Paulo. In: Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 4. e 2., 2007, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2007.

NASCIMENTO, G. R.; LABAKI, L. C. O conforto térmico nas áreas de transição em ambientes públicos e privados. In: Encontro Nacional e Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 8. e 4., 2005, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2005.

NIKOLOPOULOU, M.; LYKOUDIS, S.; KIKIRA, M. Thermal comfort in outdoor spaces: field studies in Greece. In: International Conference on Urban Climate. 5., 2003, Lodz. **Anais...** Lodz: IAUC, 2003.

PITTS, A.; SALEH, J. B. Potential for Energy Saving in Building Transition Spaces. **Energy and Buildings**, v. 39, n. 7, p. 815-822, 2007.

POTVIN, A. Assessing the microclimate of urban transitional spaces. In: Conference on Passive and Low Energy Architecture, 17., 2000, Cambridge, Inglaterra. **Anais...** Cambridge: Routledge, 2000.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** São Paulo: Projeto, 1988.

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

SALEH, J. B.; PITTS, A. Potential for Energy Saving in Transition Spaces. In: Windsor Conference. **Anais...** Windsor: NCEUB, 2006.

SILVA, C. O. **Cidades concebidas para o automóvel:** mobilidade urbana nos planos diretores posteriores ao Estatuto da Cidade. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, 2009.

SINOUE, M.; STEEMERS, K. Urban semi-enclosed spaces as climate moderators. Conference on Passive and Low Energy Architecture, 21., Eindhoven, Netherlands, 2004. **Anais...** Eindhoven: PLEA, 2004.

SOUZA, L. C. L.; TENENTE, C. M.; GIUNTA, M. B.; NAKATA, C. M. Fator de visão do céu e intensidade de ilhas de calor na escala do pedestre. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 4, p. 155-167, 2010.

SKUBS, D.; LABAKI, L. C. O conforto térmico nos espaços de transição e sua influência como elemento apaziguador do microclima local. In: Encontro Nacional e Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 10. e 6., 2009, Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009.

SKUBS, D.; LABAKI, L. C. O conforto térmico nos espaços de transição e sua influência nos ambientes internos do edifício. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 12., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 2008.

SKUBS, D.; LABAKI, L. C. O conforto térmico nos espaços de transição e sua influência nos ambientes internos do edifício. In: Encontro Nacional e Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 9. e 5., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2007.

SKUBS, D. **Conforto térmico nos espaços de transição e sua influência como elemento apaziguador do microclima local.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, 2009.

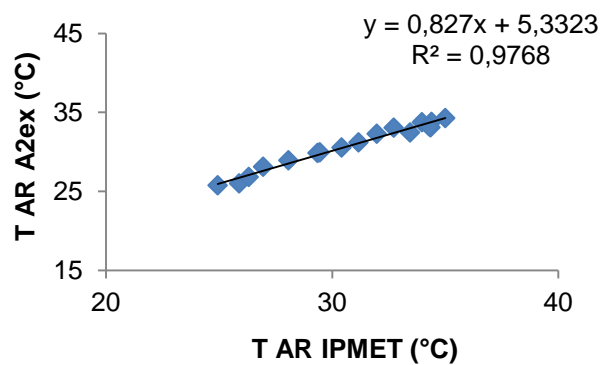
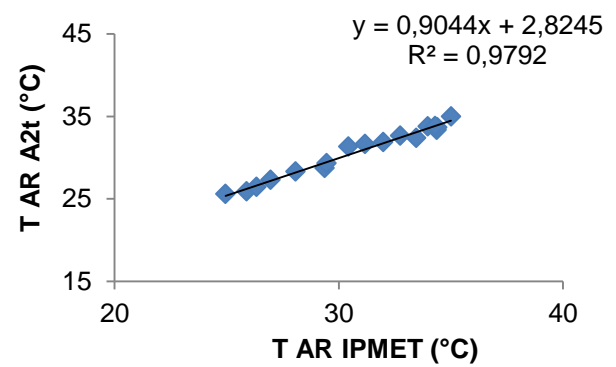
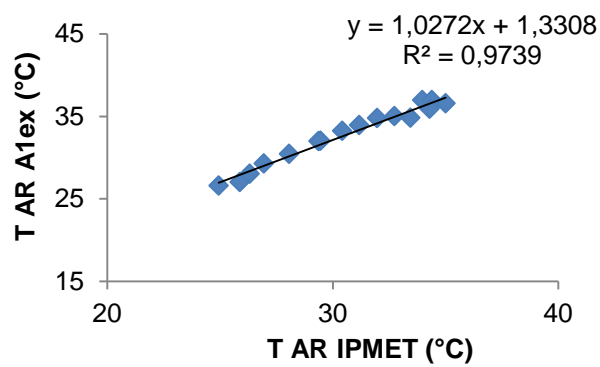
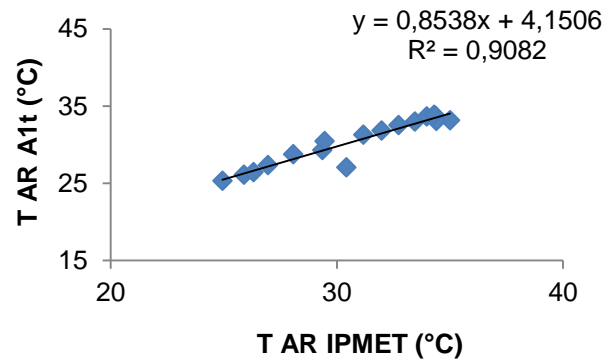
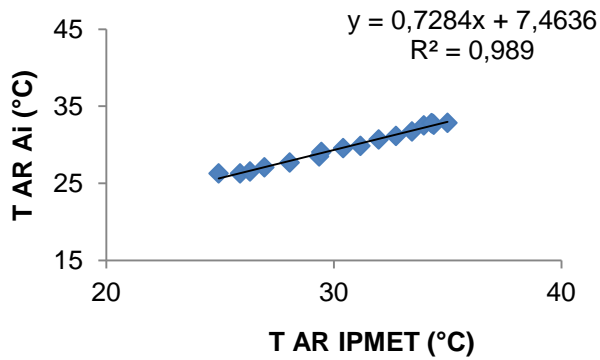
TAKAMUNE, C. N. **Conforto térmico em espaços abertos em campus universitário:** estudo em áreas de estacionamento na UNESP em Bauru-SP. Relatório (Iniciação Científica) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2013.

UNWIN, S. **Doorway**. London: Routledge, 2007.

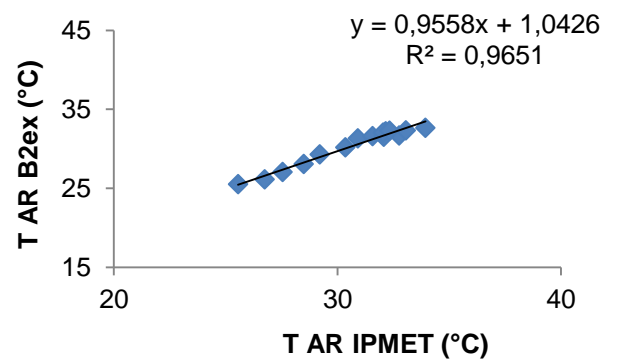
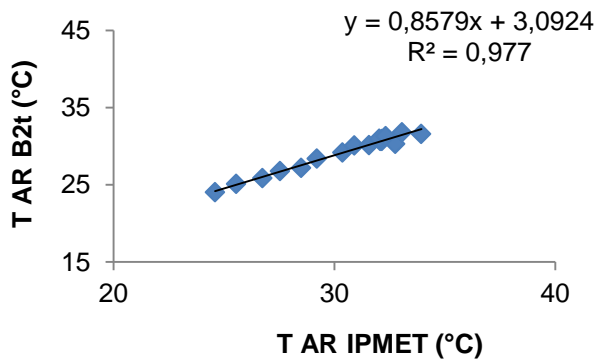
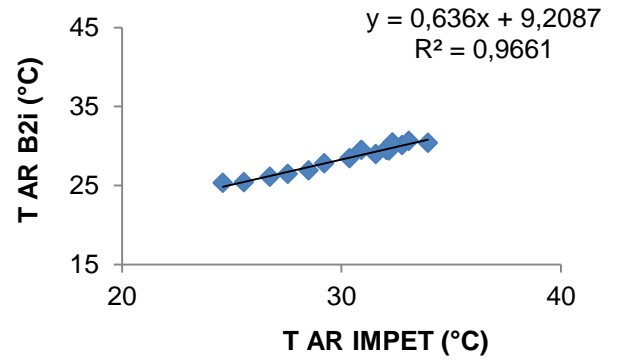
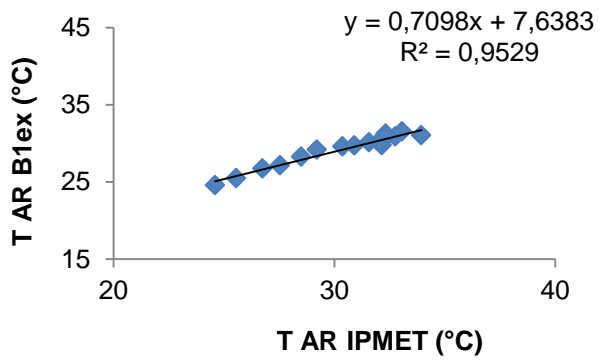
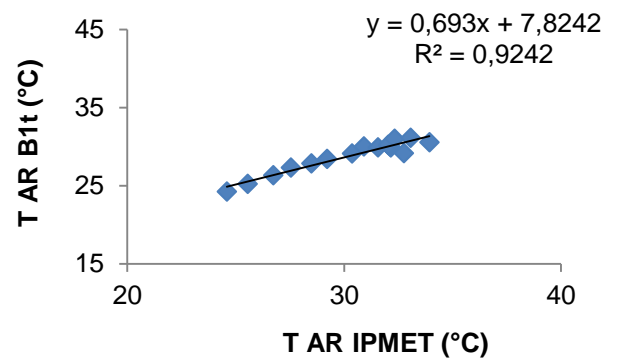
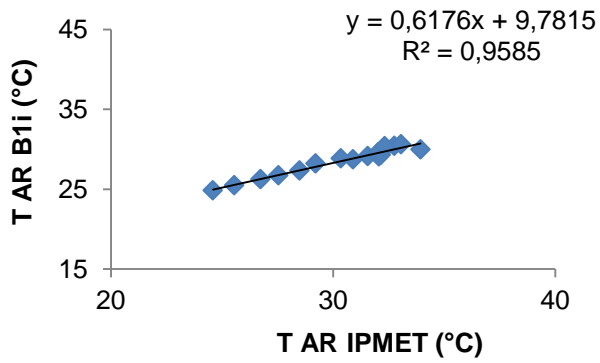
ZAMPIERI, F. L. L. **Modelo estimativo de movimento de pedestres baseado em sintaxe espacial, medidas de desempenho e redes neurais artificiais**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

ANEXO 1 – GRÁFICOS DE CORRELAÇÃO DE TEMPERATURA DO AR DOS ESPAÇOS ESTUDADOS COM DADOS DO IPMET.

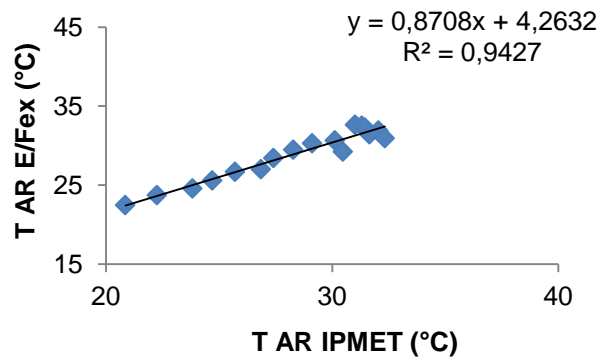
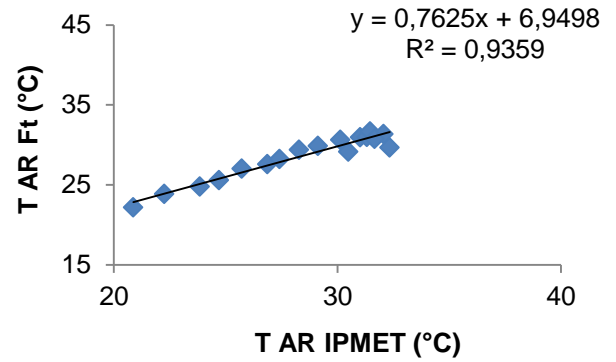
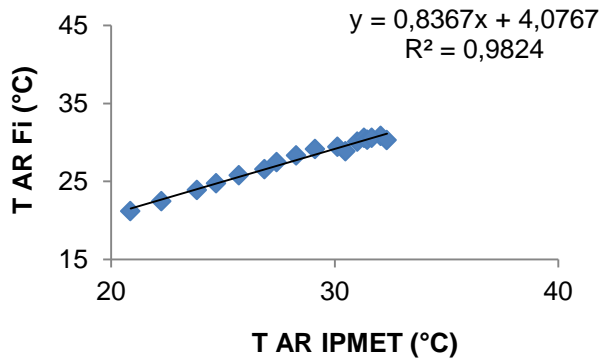
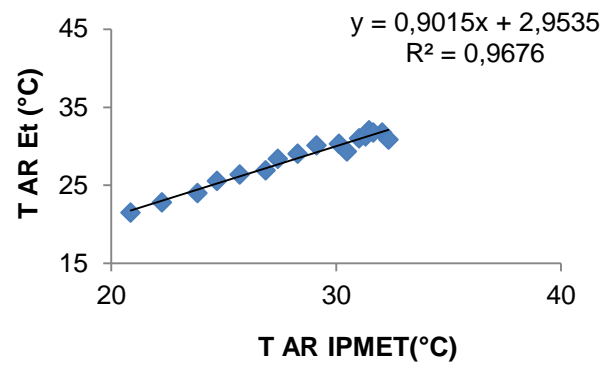
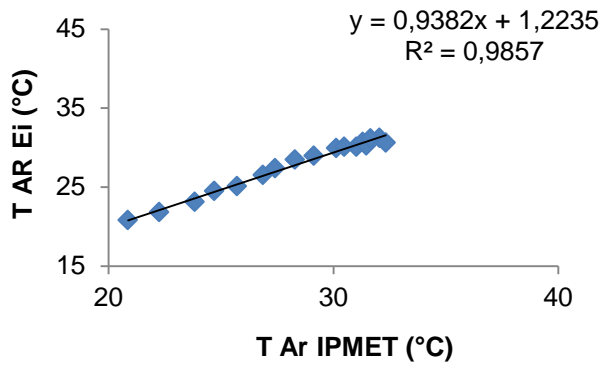
PRÉDIO A



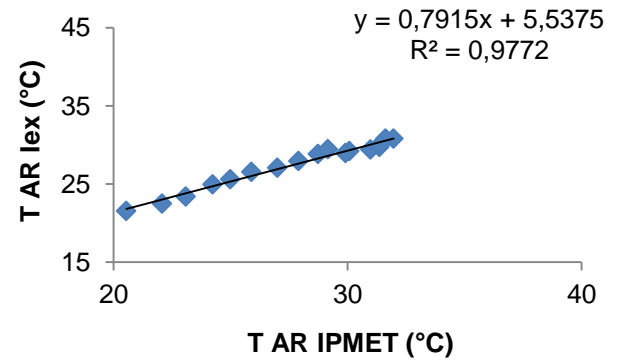
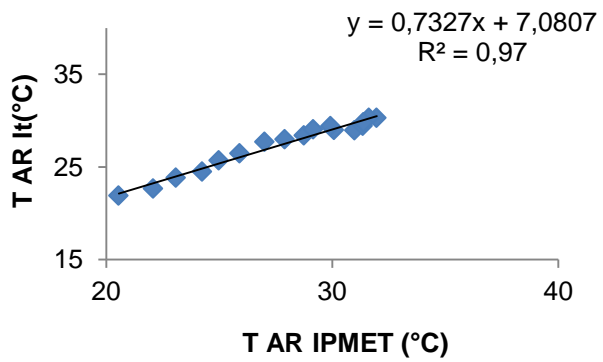
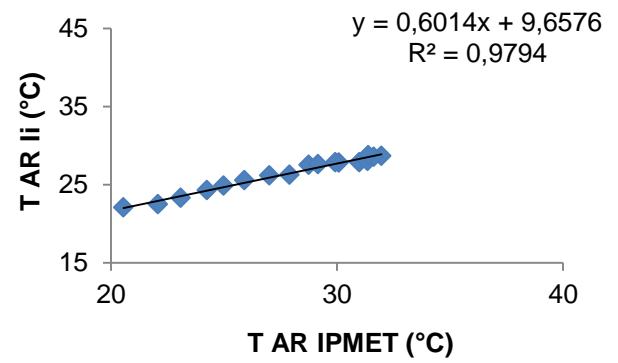
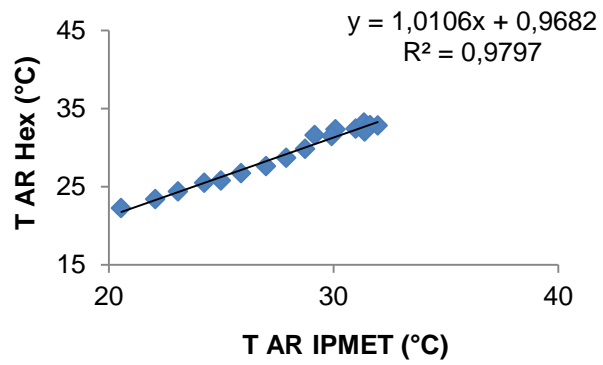
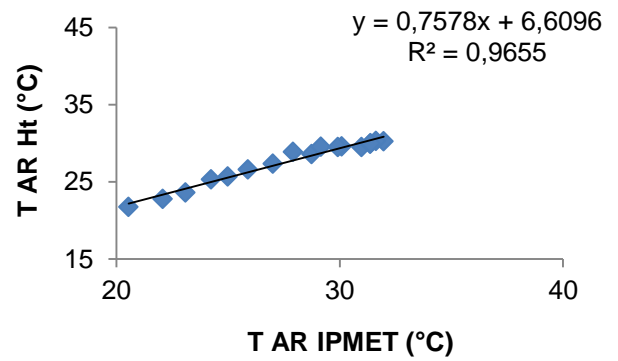
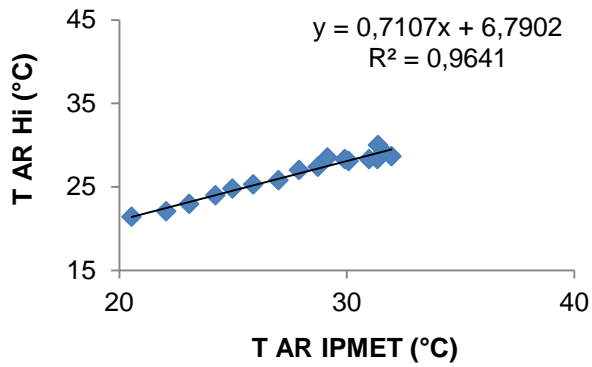
PRÉDIO B



PRÉDIO E/F



PRÉDIO H/I



ANEXO 2 – Cálculo da Radiação Solar Incidente (I_g) sobre Planos Verticais e Horizontais (W/m²) para Latitude 23°30' Sul, a partir das horas de sol recebidas no solstício de verão e equinócio de acordo com dados de Gonçalves e LNEC (apud FROTA; SHIFFER, 2001).

RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE (I _g) SOBRE PLANOS VERTICAIS E HORIZONTAIS (W/m ²)23°30'S															
Solstício Verão		06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	TOTAL
	S	114	208	195	151	106	74	63	74	106	151	195	208	114	644
	H	81	317	575	811	990	1108	1138	1108	990	811	575	317	81	796
	SE	255	560	615	549	410	244	63	68	63	58	50	40	20	2389
	H	81	317	575	811	990	1108	1138	1108	990	811	575	317	81	2774
	E	276	608	704	659	511	311	63	68	63	58	50	40	20	2758
	H	81	317	575	811	990	1108	1138	1108	990	811	575	317	81	2774
	NE	121	323	410	417	349	235	65	68	63	58	50	40	20	1271
	H	81	317	575	811	990	1108	1138	1108	990	811	575	317	81	1784
	N	20	40	50	58	63	68	66	68	63	58	50	40	20	0
	H	81	317	575	811	990	1108	1138	1108	990	811	575	317	81	0
	NW	20	40	50	58	63	68	65	235	349	417	410	323	121	1271
	H	81	317	575	811	990	1108	1138	1108	990	811	575	317	81	1784
	W	20	40	50	58	63	68	63	311	511	659	704	608	276	2758
	H	81	317	575	811	990	1108	1138	1108	990	811	575	317	81	2774
	SW	20	40	50	58	63	68	63	244	410	549	615	560	255	2389
	H	81	317	575	811	990	1108	1138	1108	990	811	575	317	81	2774
Equinócio		06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	TOTAL
	S	0	28	45	53	60	63	63	63	60	53	45	28	0	0
	H	0	155	418	667	751	983	1029	983	751	667	418	155	0	0
	SE	16	288	386	313	163	63	63	63	60	53	45	28	0	1003
	H	0	155	418	667	751	983	1029	983	751	667	418	155	0	1240
	E	23	441	673	667	531	316	63	63	60	53	45	28	0	2335
	H	0	155	418	667	751	983	1029	983	751	667	418	155	0	1991
	NE	16	351	591	661	624	513	341	155	60	53	45	28	0	2756
	H	0	155	418	667	751	983	1029	983	751	667	418	155	0	2974
	N	0	73	190	290	386	446	453	446	386	290	190	73	0	0
	H	0	155	418	667	751	983	1029	983	751	667	418	155	0	0
	NW	0	28	45	53	60	155	341	513	624	661	591	351	16	2756
	H	0	155	418	667	751	983	1029	983	751	667	418	155	0	2974
	W	0	28	45	53	60	63	63	316	531	667	673	441	23	2335
	H	0	155	418	667	751	983	1029	983	751	667	418	155	0	1991
	SW	0	28	45	53	60	63	63	163	313	386	288	16	0	1003
	H	0	155	418	667	751	983	1029	983	751	667	418	155	0	1240