



**XIENCAC**  
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

**VII ELACAC**  
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

## **METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE CONFORTO HIGROTÉRMICO EM ÁREAS LIVRES DO ENTORNO DA FAU-EBA/ UFRJ**

**Núbia França de Oliveira Nemezio (1); Miriam Victoria Fernandez Lins (2)**

**Maria Lygia Niemeyer (3), Maria Julia Santos (4)**

(1) Bolsista PIBIAC/ FAU/ UFRJ, nubiafn@hotmail.com

(2) Bolsista PIBIAC/ FAU/ UFRJ, miriam\_lins@yahoo.com.br

(3) Professora PROARQ/ FAU/UFRJ, lygianiemeyer@gmail.com

(4) Professora FAU/UFRJ, Pesquisadora PROARQ/UFRJ, mariajuliasan@gmail.com

### **RESUMO**

O monitoramento dos parâmetros ambientais no espaço construído é importante não apenas para avaliar as condições de conforto ambiental dos usuários, mas também como subsídio para o planejamento e execução de novos projetos que apresentem características similares. Edifícios já construídos, muitas vezes, têm sido sacrificados em diversos aspectos de conforto ambiental, em função das alterações resultantes do processo de evolução urbana (redução da permeabilidade do solo e da vegetação, bloqueio de sol e ventos por novas construções, aumento do tráfego de veículos). Em cidades de clima quente-úmido como o Rio de Janeiro, o uso de espaços abertos, como varandas, terraços ou pátios, é um traço muito presente na arquitetura. Neste contexto, o conforto no interior do edifício está fortemente relacionado ao seu entorno, é fundamental que a preocupação com a qualidade ambiental do espaço construído ultrapasse os limites físicos do edifício, abrangendo os espaços externos, públicos ou privados, bem como as possíveis interferências do entorno construído. O presente trabalho apresenta o resultado da avaliação das condições de conforto higrotérmico dos usuários em áreas livres do entorno do prédio da FAU-EBA, no Campus da Ilha do Fundão da UFRJ. Foram selecionadas para estudo as áreas sujeitas a intervenção imediata do Plano Diretor UFRJ 2020. O objetivo é estabelecer parâmetros para comparação futura do impacto ambiental das intervenções e identificar, entre as áreas estudadas, aquelas que apresentem potencial para se transformar em novos pólos de vivência. A metodologia envolveu: inventário físico, medição dos dados climáticos e questionários com os usuários dos espaços no momento das medições. Os resultados do Voto Medio Real (AMV), obtidos através de questionários, foram confrontados com os resultados do Voto Médio Estimado (PMV), incluindo o fator de correção de expectativa. Os principais resultados revelam que apesar de muito próximos uns dos outros, existe uma diferença significativa entre o desempenho higrotérmico dos espaços devido principalmente ao grau de permeabilidade do solo e à presença de vegetação para sombreamento. A principal conclusão é que o tratamento paisagístico é uma ferramenta de fundamental a qualidade ambiental de espaços abertos. A pesquisa foi desenvolvida por alunos de graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAU/ UFRJ do programa de bolsas PIBIAC.

Palavras-chave: *conforto térmico, espaços livres, percepção ambiental.*

### **ABSTRACT**

Monitoring the environmental parameters of a building is important not only to evaluate the conditions of user's environmental comfort, but also to subsidize the planning and execution of projects with similar characteristics. It is a fact that several aspects of environmental comfort are sacrificed in buildings already constructed due to the modifications resulting of the process of urban evolution (reduction of permeability soil and vegetation areas, lighting and wind interference, the increase of traffic). In cities of tropical humid climate like Rio de Janeiro, spaces such as balconies, terraces or patios are very present in the architecture. In this context, the comfort inside the building is closely related to its surroundings. The environmental quality goes beyond the physical limits of the building, covering the external spaces (public or private) as well as the built environment. The work presents the results of hygrothermal comfort research in public open areas in Ilha do Fundão Campus of UFRJ, included in University Master Plan 2020. The aim of this work is to establish parameters for future comparison of the environmental impact of interventions and to identify

among the areas, those with the potential to become new poles of meeting and experiences. The methodology included: a physical inventory, the register of climate data and a qualitative questionnaire applied to the users of the space during the measurements. The Actual Mean Vote (AMV), obtained from questionnaires, was compared to the results of Predicted Mean Vote (PMV)), including the expectancy factor. The main results show there is a significant difference of thermal performance between the areas, due to the degree of soil permeability and the presence of vegetation for shade. The main conclusion is to confirm the landscape design importance, as an essential tool for the environmental quality of open spaces. The work was developed by graduate students of the School of Architecture and Urbanism FAU / UFRJ of PIBIAC program for scientific studies.

Keywords: thermal comfort, open spaces, environmental perception.

## 1. INTRODUÇÃO

A valorização de espaços livres (públicos ou privados) como local de vivência e interação social é uma tradição muito cara aos habitantes dos trópicos. “*Já se disse que os habitantes de climas frios vivem em suas casas e os de climas quentes ao redor de suas casas. Trata-se evidentemente de uma simplificação excessiva, porém evidencia uma diferença no comportamento causada pelo clima*” (MASCARÓ, 1990). Os parâmetros físicos do ambiente, captados pelos cinco sentidos humanos, dão origem às sensações que qualificam os espaços.

Segundo MACEDO (1995), a avaliação de espaços livres deve ser realizada a partir de três critérios: adequação funcional (conformação morfológica e dimensional em função do tipo de uso), adequação estética (conceito mais difuso porque varia de acordo com as expectativas sócio-culturais) e adequação ambiental (quando oferece condições de salubridade para o uso proposto).

Sendo conforto térmico “*uma condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico*” (ISO 7730, 1994). Além das variáveis ambientais (temperatura, umidade e movimento do ar) envolvidas nas trocas de calor homem-ambiente, contribuem para o conforto térmico o tipo de atividade e o padrão de vestimenta. Características individuais como sexo, idade, biótipo e hábitos alimentares também podem interferir no resultado.

Os índices de conforto térmico procuram englobar, em um único parâmetro, o efeito conjunto destas variáveis. O contexto climático - particularmente na definição das massas vegetais e revestimento do solo - deve ser sempre considerado. Em áreas livres, os usuários são permanentemente expostos aos estímulos sensoriais - cores, formas, texturas, odores, ruídos - do entorno, natural e construído.

O Plano Diretor UFRJ 2020 tem por objetivo orientar o desenvolvimento da Universidade nos planos físico-territorial e patrimonial, ordenar sua expansão e planejar a destinação e o uso de seus recursos em espaços e instalações (UFRJ, 2010).

Entre as intervenções propostas está a criação de seis Centros de Convergência no Campus da Ilha do Fundão, distribuídos ao longo do eixo central. Estes Centros agrupam em um mesmo espaço, salas de aula, equipamentos comuns (auditórios, restaurantes, bibliotecas, residências e comércio) e espaços livres destinados à reunião de alunos, professores e técnico-administrativos.

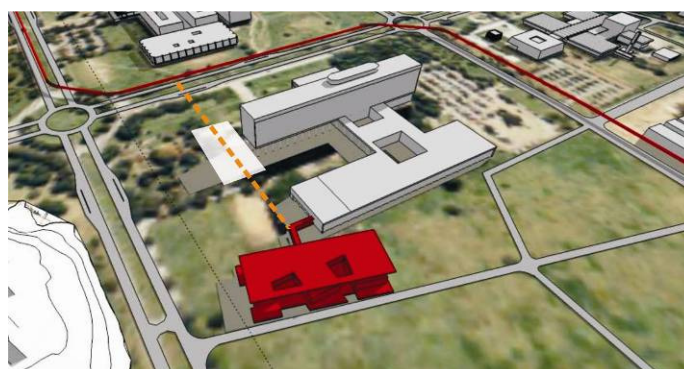


Figura 1: Bloco de ateliês da EBA, em vermelho; área dos quiosques, em branco e fluxo ponto de ônibus/bloco, tracejado laranja. (sobre imagem do PD2020)

A primeira etapa de implantação prevê a construção de novos blocos ou complementos de edificações existentes. Entre elas, a Expansão Acadêmica da EBA, prevê a construção de um edifício destinado a ateliês na quadra do edifício da Reitoria, configurando o módulo inicial do Centro de Convergência do CLA, como indicado na Figura 1.

Como etapa inicial do futuro Centro de Convergência do Centro de Letras e Artes (CLA), está prevista a construção de um bloco destinado aos ateliês da EBA, que será implantado no lugar do atual “campo de futebol” e, certamente, implicará em modificações no uso do espaço e em alterações ambientais.

## 2. OBJETIVO

O presente trabalho apresenta os resultados da avaliação de conforto térmico no Campus da Ilha do Fundão, em áreas que serão objeto das intervenções propostas pelo Plano Diretor UFRJ 2020 (PD 2020). A pesquisa realizada em espaços localizados no entorno do prédio da Reitoria, onde também funcionam a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) e a Escola de Belas Artes (EBA). O objetivo é estabelecer parâmetros para comparação futura do impacto ambiental das intervenções além de identificar os aspectos morfológicos (permeabilidade aos fluxos de ar, incidência/ bloqueio de radiação solar, pavimentações, presença de água e vegetação) que interferem em seu desempenho higratérmico. Foram também observados o comportamento dos usuários e os equipamentos e mobiliário existentes nas áreas estudadas.

## 3. MÉTODO

O roteiro metodológico (NIEMEYER, 2010) envolveu as seguintes etapas:

- Inventário físico: envolveu registro fotográfico e levantamento topográfico para localização de equipamentos móveis (*trailers*, mesas e cadeiras). Estas informações complementaram o material fornecido pelo Escritório Técnico da UFRJ, possibilitando a elaboração de plantas e maquete eletrônica das áreas estudadas.
- Seleção dos pontos de Medição: como critério foram escolhidos pontos que apresentaram a maior e a menor afluência de usuários;
- Medições dos dados climáticos: registro das temperaturas (bulbo seco, úmido e de globo), umidade relativa e velocidade do vento;
- Questionários: aplicados simultaneamente às medições aos usuários da área de estudo.
- Cálculo dos índices PMV a partir dos registros em campo e de dados dos usuários (vestimenta e atividade).
- Análise dos resultados: comparação entre os índices calculados e a sensação real apurada nos questionários.

### 3.1. Inventário Físico

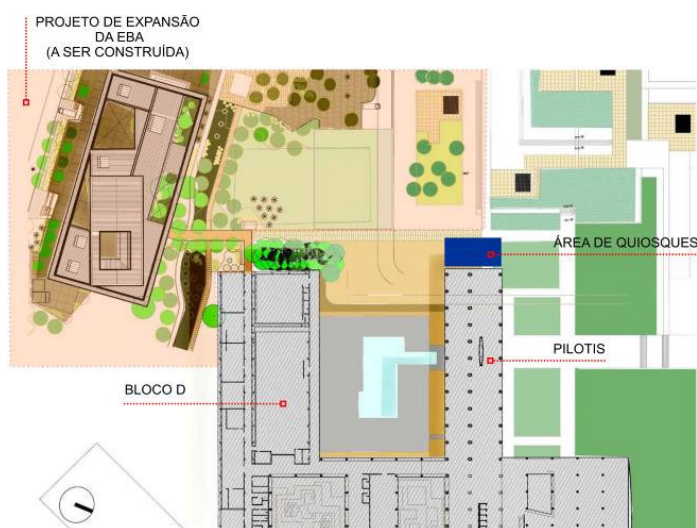


Figura 2: Implantação do Bloco de Ateliês (PD2020, 2010)

A imagem acima (Figura 2) mostra a relação entre as áreas livres edifício da FAU, junto ao bloco D e à área dos pilotis. O bloco dos ateliês, localizado no alto é à esquerda, será destinado ao projeto de expansão da EBA. É possível ver a localização da área atual de quiosques (em azul) que, por interferir no fluxo de acesso à entrada principal da nova edificação, no futuro será provavelmente desativado. Isso resultará numa mudança significativa para uma das áreas que atualmente possui maior vitalidade.



A área em torno dos quiosques de alimentação (Figura 3) é a de maior densidade de freqüentadores entre o universo estudado. O momento de maior aglomeração de pessoas é no horário do almoço. Nos meses de outubro a dezembro, a freqüência é maior e se prolonga por grande parte do dia. Nos períodos de outono e inverno, dependendo da incidência do vento, o tempo de permanência se torna bem menor. Induzindo, inclusive, à modificação da disposição de mesas e cadeiras ao longo do dia de acordo com a direção do vento incidente.

Nos pilotis (Figura 4), em grande parte do ano, o grau de incômodo produzido pelo vento é notável, reduzindo a circulação de pedestres. O fechamento de um dos acessos ao hall da FAU que se interliga aos pilotis enfraqueceu seu uso como passagem. Conseqüentemente, o fluxo pelo jardim criou caminhos espontâneos que ao longo dos anos se consolidaram. Por isso, é comum que sejam encontrados nesse percurso, vendedores ou pessoas que desejam divulgar uma idéia ou produto.



Figura 3: Quiosques de alimentação e sinuca

O pátio (Figura 5) formado entre os pilotis e o Bloco D apesar do belo traçado paisagístico e de estar integrado visualmente ao hall principal e às circulações do térreo, raramente é utilizado. Apesar da vegetação distribuída em torno do lago artificial, sua localização e porte não criam zonas sombreadas ou recantos aprazíveis que motivem sua apropriação.



Figura 4 - Pilotis



Figura 5 - Jardim do Lago

A fim de atualizar as bases cadastrais e plantas fornecidas pelo ETU, foi realizado o levantamento topográfico da área. Cabe ressaltar que a influência da topografia do terreno, o tipo de vegetação e a orientação solar podem gerar mudanças no micro-clima, que devem ser consideradas para as decisões relativas ao conforto ambiental no objeto de estudo. No levantamento foi realizado um irradiação com o uso da Estação Total<sup>1</sup>. Com base nos resultados deste levantamento, os pontos foram analisados e marcados em planta para um desenho e um estudo com maior precisão.

Esta etapa incluiu a locação dos pontos que delimitam as áreas de maior influência neste trabalho:

- Área destinada para os *trailers*;
- Área do campo de futebol;
- Área prevista para a construção do prédio da EBA.

<sup>1</sup> Levantamento planimétrico, ou seja, representa o terreno no plano horizontal. Neste levantamento, a estação é colocada em um ponto conhecido em planta e em campo e a partir dele são marcados ângulos e distâncias que localizam os pontos necessários para os limites destas áreas.

### 3.2. Seleção dos pontos de medição

Para efeito de comparação, os pontos de medição foram escolhidos entre os espaços que apresentam grande ou pequena vitalidade sob o ponto de vista de frequência de usuário, mas que poderão sofrer impacto com as interferências propostas pelo Plano Diretor. Na figura 6 estão identificados os locais onde foram realizadas as medições e aplicados os questionários:

- No ponto (1) ficam os quiosques, uma área com mesas e jogos para lazer. A vegetação de grande e médio porte projeta sombra, protegendo os usuários da radiação direta;
- Os pontos (2) e (3) situam-se no pátio. Grande parte do pátio é pavimentado com pedra portuguesa preta. No ponto (2) mais próximo do lago artificial existe apenas vegetação rasteira; e no ponto (3), mais próximo à edificação, existem árvores de grande porte.
- No ponto (4), por fim, existe um caminho espontâneo, criado pelos usuários. Neste local blocos de pedra foram improvisados como bancos. Neste local, além de vegetação rasteira e solo natural, existem muitas árvores de grande porte.

Os pontos (1) e (4), apresentam maior número de usuários: atualmente, entre os espaços livres localizados no entorno do prédio, a área do “Bacana<sup>2</sup>” apresenta maior vitalidade (Ponto1), tanto em termos de afluência quanto de permanência de usuários, o que se justifica também pelo seu uso definido; o ponto 4 além da função de passagem para a entrada no prédio da FAU, mostrou-se um local de forte permanência dos usuários. Os pontos (2) e (3) tem pouca vitalidade, mas pela grande proximidade com o local do novo projeto, é de interesse investigar as intervenções necessárias para transformá-lo num futuro pólo de vivências.

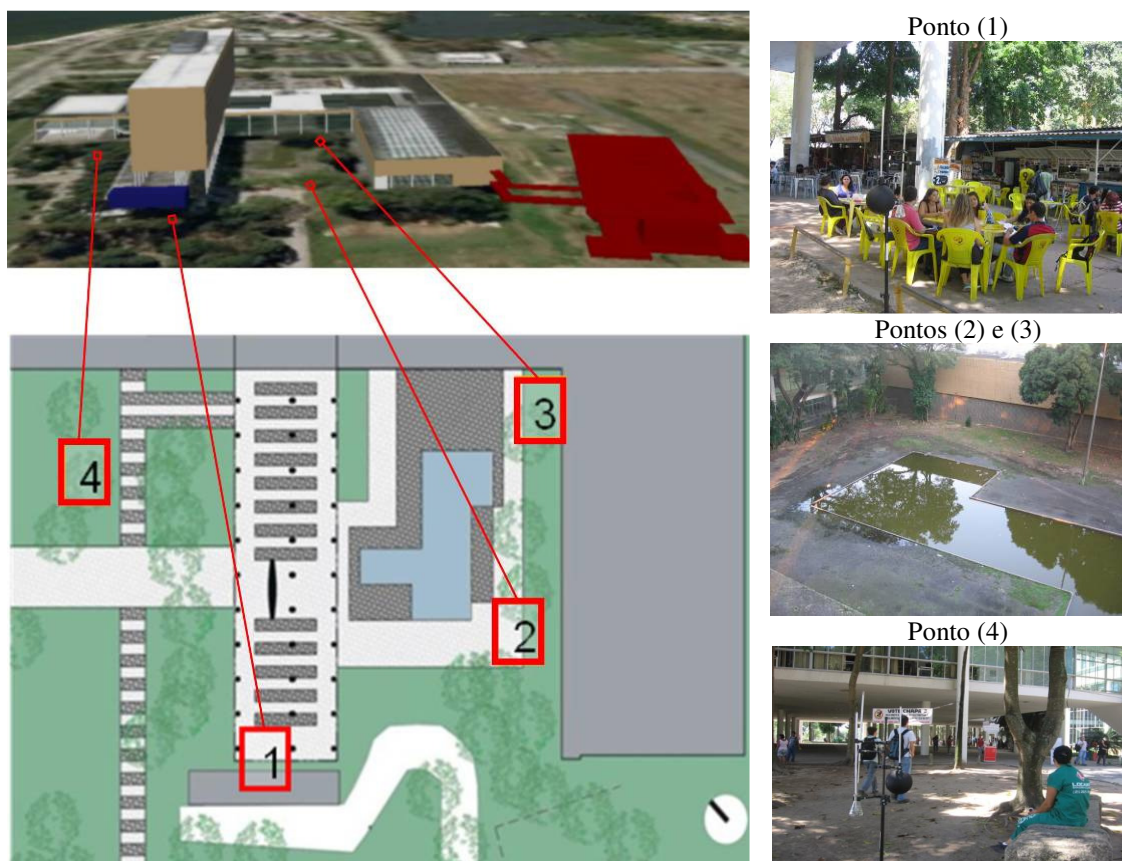


Figura 6 - Pontos de Medição

### 3.3. Medição de Dados Climáticos

O registro de variáveis climáticas foi realizado com os seguintes equipamentos<sup>3</sup>: um conjunto de termômetros (de bulbo seco, bulbo úmido e de globo) montados em pedestal, marca Petrodidática; anemômetro de fio quente, marca Homis/ modelo 188. Para leitura imediata da umidade relativa foi também utilizado um termo higrômetro digital, marca Alla France.

<sup>2</sup> O nome do primeiro comerciante a se instalar no local, com o tempo, passou a denominar toda a área dos quiosques.

<sup>3</sup> Equipamentos cedidos pelo Laboratório de Conforto da FAU-UFRJ.

As medições apresentadas neste trabalho foram realizadas nos dias 31 de agosto e 14 de setembro, com céu nublado no primeiro dia e claro no segundo, entre 11:00h e 12:00h da manhã. O horário foi escolhido por ser o de maior afluência de usuários e apresentar, mesmo em um período de temperaturas relativamente amenas na cidade do Rio de Janeiro, situações de desconforto em relação ao calor. Na figura 7, gráficos comparativos dos dados registrados nos quatro pontos de medição.

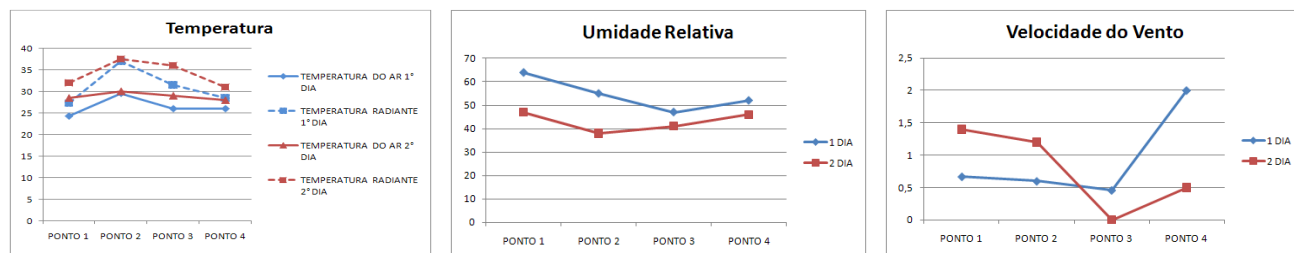


Figura 7 - Dados climáticos registrados em campo

As temperaturas do ar e radiante apresentaram os valores mais elevados nos pontos (2) e (4). Este desempenho se deve, além da escassez de vegetação arbórea, à pavimentação em pedra portuguesa preta. Contribuíram para amenização das temperaturas nos pontos (1) e (4), a sombra projetada pelas árvores e pelo edifício e o solo natural, parcialmente coberto por vegetação rasteira ou pavimentado com pedra portuguesa branca.

A umidade relativa se apresentou mais elevada nos pontos (1), por influência da vegetação e no ponto (2) localizado na borda do lago.

O ponto (4) no primeiro dia de medição e o ponto (1) no segundo apresentaram maior velocidade do vento, por influência dos pilotis. O ponto (3) apresentou a menor velocidade nas duas medições, em função do bloqueio do fluxo de ar pelo edifício da FAU/EBA.

### 3.4. Questionários

Como princípio metodológico adotou-se a coleta de dados por questionários, posteriormente analisados, objetivando a compreensão do modo como o grupo de usuários das áreas em estudo reage às condições ambientais dos espaços pesquisados e suas expectativas quanto à qualidade ambiental dos mesmos. Foram anotados dados individuais – sexo, idade, atividade e vestimenta - que podem influenciar na percepção ambiental (Figura 8).

#### DADOS PESSOAIS

SEXO	MASCULINO <input type="checkbox"/>	FEMININO <input type="checkbox"/>	SOZINHO <input type="checkbox"/>	ACOMPANHADO <input type="checkbox"/>	EM GRUPO <input type="checkbox"/>	
IDADE	<16 <input type="checkbox"/>	17-24 <input type="checkbox"/>	25-34 <input type="checkbox"/>	35-44 <input type="checkbox"/>	45-54 <input type="checkbox"/>	> 55 <input type="checkbox"/>
INSTRUÇÃO	Fundamental <input type="checkbox"/>	Médio <input type="checkbox"/>	Superior <input type="checkbox"/>			
OCUPAÇÃO	Estudante <input type="checkbox"/>	Funcionário <input type="checkbox"/>	Professor <input type="checkbox"/>	Outro: <input type="checkbox"/> _____		

#### TIPO DE ATIVIDADE NESTE MOMENTO (met)

SENTADO RELAXADO(1,0) <input type="checkbox"/>	SENTADO LENDO / ESCREVENDO (1,2) <input type="checkbox"/>	JOGOS SOCIAIS(1,2) <input type="checkbox"/>	OUTROS <input type="checkbox"/>
EM PÉ/PARADO (1,6) <input type="checkbox"/>	EM PÉ/ ANDANDO (2,4) <input type="checkbox"/>	ATIVIDADES ESPORTIVAS(4,0) <input type="checkbox"/>	_____

#### VESTIMENTA (clo)

<b>CALÇADO</b> SANDÁLIA <input type="checkbox"/> SAPATO/ MEIA <input type="checkbox"/>	<b>TÓRAX/ MEMBROS SUPERIORES</b> SEM MANGAS <input type="checkbox"/> MANGAS CURTAS <input type="checkbox"/> MANGAS LONGAS <input type="checkbox"/>	<b>QUADRIS/ MEMBROS INFERIORES</b> BERMUDAS/ SAIA CURTA <input type="checkbox"/> CALÇA SOMPRIDA/ SAIA LONGA <input type="checkbox"/>	
<b>COR DA ROUPA</b> PARTE SUPERIOR: PARTE INFERIOR:	CLARA <input type="checkbox"/> CLARA <input type="checkbox"/>	MÉDIA <input type="checkbox"/> MÉDIA <input type="checkbox"/>	ESCURA <input type="checkbox"/> ESCURA <input type="checkbox"/>
BONÉ/CHAPÉU <input type="checkbox"/>	ÓCULOS ESCUROS <input type="checkbox"/>	FONE DE OUVIDO <input type="checkbox"/>	

Figura 8 - Ficha de dados individuais



O trabalho foi conduzido segundo a metodologia de pesquisa qualitativa. Os questionários (Figura 9), estruturados com perguntas abertas e fechadas, foram aplicados aos usuários presentes no momento das medições, resultando num total de trinta e seis questionários respondidos. As questões fechadas permitem análises mais rápidas, formuladas de modo que o usuário explicita imediatamente de sua percepção do ambiente como um todo e mais especificamente, suas sensação de conforto higrotérmico. As questões abertas foram elaboradas para reconhecer, sob o ponto de vista do usuário, quais são os elementos significativos para a qualidade ambiental dos espaços pesquisados, como o motivo pelo qual ele frequenta o espaço, o que gosta ou não gosta nele e ainda, o que acredita faltar no local. A análise dos dados não incluiu a participação de psicólogos, especialistas em mapas comportamentais. Os resultados foram analisados apenas sob a ótica do projetista (arquiteto ou paisagista).

### SENSAÇÃO DE CONFORTO / DESCONFORTO

**1- O QUE VOCÊ ACHA DESTE ESPAÇO?**  
 Excelente  Bom  Neutro  Ruim  Péssimo

**2 – NO MOMENTO VOCE ESTÁ SENTINDO...**  
 Muito frio Frio Leve Frio Neutro  Leve Calor Calor Muito Calor

**3- COMO VOCE PERCEBE O VENTO NESTE MOMENTO?**  
 Não há vento  Há uma leve brisa  Há vento suficiente  Há vento demais

### DÊ SUAS IMPRESSÕES SOBRE O ESPAÇO

POR QUE VOCÊ VEM A ESTE LUGAR? \_\_\_\_\_

VOCÊ VEM A ESTE LUGAR: todo dia  1 vez por semana 1 vez por mês raramente 1ª vez

POR QUE VOCÊ NÃO PERMANECE NESTE LOCAL?<sup>4</sup> \_\_\_\_\_

VOCÊ ESTUDA NA UFRJ? sim  não | VOCÊ ESTUDA NA FAU?: sim  não

CITE 2 COISAS QUE VOCÊ GOSTA NESTE LOCAL? \_\_\_\_\_

CITE 2 COISAS QUE VOCÊ NÃO GOSTA NESTE LOCAL? \_\_\_\_\_

O QUE VOCÊ ACHA QUE FALTA NESTE ESPAÇO? \_\_\_\_\_

Figura 9 - Questionários

O perfil dos usuários entrevistados, num total de trinta e seis pessoas nos dois dias, correspondeu a jovens adultos em grupo ou acompanhados, em sua grande maioria estudantes do campus, principalmente da FAU e da EBA. Em quantidade significativamente reduzida, questionários professores, funcionários responderam aos questionários. Nos gráficos abaixo (figura 10) a caracterização do universo pesquisado.

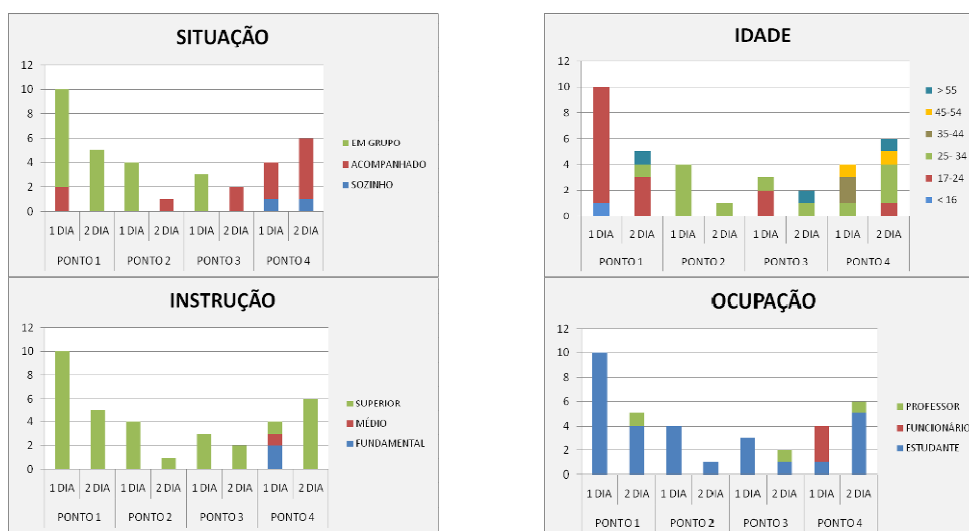


Figura 10 – Perfil dos entrevistados

<sup>4</sup> Caso de entrevistados que apenas passam pelo espaço sem permanecer

### 3.5. Cálculo do índice de Voto Médio Estimado (PMV)

A avaliação de conforto térmico foi realizada pelo índice de Voto Médio Estimado (PMV - *Predicted Mean Vote*) calculado a partir dos dados das medições (temperatura do ar, temperatura radiante, umidade relativa e velocidade do vento) e das características individuais dos usuários (atividade e vestimenta). Os valores de sensação térmica apurados foram confrontados com os resultados dos questionários aplicados aos usuários do espaço, presentes no momento da medição.

O PMV proposto por FANGER (1971), utiliza parâmetros ambientais e individuais para estimar o grau de satisfação com o ambiente, numa escala psico-fisiológica de sete níveis de sensação térmica (variando de muito quente a muito frio). Entretanto, em climas quentes o índice não espelha fielmente a resposta dos usuários. Buscando aproximar os valores calculados de PMV ao voto real, obtido em campo, alguns pesquisadores (FANGER, 2002; NICOL, 2004) realizaram pesquisas de campo para estabelecer fatores de correção para algumas cidades, em diferentes situações climáticas.

O cálculo dos índices de conforto foi realizado em programa computacional<sup>5</sup>, em Delphy, 5.0. de acordo com o algoritmo da ISO 7730. Foi usado o fator de correção 0,7 (ZAMBRANO et al., 2006). Na figura 11 a tela do programa e na tabela 1 os dados de entrada e saída do segundo dia de medição.

**PMVPPD**  
**PROGRAMA PARA CÁLCULO DE PMV E PPD EM CONFORMIDADE COM ISO 7730**  
 Computer program (DELPHI) for calculation of Predicted Mean Vote (PMV) and Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) in accordance with ISO 7730

**DADOS DE ENTRADA**

Clothing: 0.47 clo  
 Taxa metabólica: 1.6 met  
 Taxa de atividade: 0 met  
 Temperatura do ar: 24.3 C  
 Temperatura radiante: 27.3 C  
 Velocidade do ar: 0.67 m/s

**ENTRE COM UR OU PVA**

Umidade relativa: 64 %  
 Pressão de vapor d'água: Pa

**FATOR DE CORREÇÃO (%)**

Percentual: 70 %

**RESULTADOS**

Voto médio estimado (PMV): 0.64      **SENSAÇÃO TÉRMICA**  
 Porcentagem estimada de insatisfeitos (PPD): 13.53      **Levemente quente**

PMV corrigido: 0.45  
 PPD corrigido: 9.16      **Neutro**

Calcular      Finalizar

Figura 11 – Tela de entrada do Programa de Cálculo do PMV.

Tabela 1 – Dados de entrada e resultados – medições em 14/09/2010.

	$t_o$	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Dados climáticos	Temperatura de globo ( C ) <sub>o</sub>	32	37.5	36	31
	Temperatura de bulbo seco ( C )	28.5	30	29	28
	Temperatura de bulbo úmido ( C )	23	25	26.5	23.5
	Umidade Relativa (%)	47	38	41	46
	Velocidade do Vento (m/s)	0.9	.5	0	0.5
Atividade (met)		1.6	1	1.6	1.6
Vestimenta (clo)		.37	.57	.57	.47
PMV		0,18	1.89	2.22	2.23
PPD		5,34	71.36	85.61	85.62
sensação térmica calculada		neutro	calor	calor	calor
sensação térmica calculada e corrigida		neutro	leve calor	calor	calor
sensação térmica declarada		leve frio/neutro	calor	leve calor/calor	leve calor/neutro

<sup>5</sup> A adaptação do algoritmo, originalmente escrito em linguagem Basic, foi realizada pelo Prof. Neury Nunes Cardoso (M. Sc.), Coordenador do Curso de Ciência da Computação, da Universidade Gama Filho.



#### 4. RESULTADOS

Finalmente, é possível, através da análise dos resultados, melhor compreender que variações na cor da vestimenta ou no tipo de atividade podem gerar mudanças na avaliação do conforto térmico. Na figura 12, no mesmo dia e hora, nas mesmas condições climáticas, uma atividade calculada em (1,0met) revelou uma sensação térmica em “levemente frio”, enquanto que outro usuário em atividade um pouco mais intensa (1,6met) apontou no programa a sensação térmica para “neutro”. No segundo exemplo, o maior nível calculado de vestimenta elevou a sensação térmica de “neutro” para “levemente quente”.

Cálculo Maioria		Situação Adversa	
hora 11:10		hora 11:10	
Dados climáticos		Dados climáticos	
temperatura de globo	27,3	temperatura de globo	27,3
temperatura de bulbo seco	24,3	temperatura de bulbo seco	24,3
temperatura de bulbo úmido	22,7	temperatura de bulbo úmido	22,7
umidade relativa	64	umidade relativa	64
velocidade do vento	0,67	velocidade do vento	0,67
atividade	1,6	atividade	1
vestimenta	0,47	vestimenta	0,47
<b>sensação térmica</b>	<b>levemente quente</b>	<b>sensação térmica</b>	<b>levemente frio</b>
<b>sensação térmica correção</b>	<b>neutro</b>	<b>sensação térmica correção</b>	<b>levemente frio</b>
<b>PMV</b>	<b>0,45</b>	<b>PMV</b>	<b>0,39</b>
<b>PPD</b>	<b>9,16</b>	<b>PPD</b>	<b>8,23</b>

Cálculo Maioria		Situação Adversa	
hora 11:10		hora 11:10	
Dados climáticos		Dados climáticos	
temperatura de globo	32	temperatura de globo	32
temperatura de bulbo seco	28,5	temperatura de bulbo seco	28,5
temperatura de bulbo úmido	23	temperatura de bulbo úmido	23
umidade relativa	47	umidade relativa	47
velocidade do vento	0,9	velocidade do vento	0,9
atividade	1	atividade	1,6
vestimenta	0,37	vestimenta	0,57
<b>sensação térmica</b>	<b>neutro</b>	<b>sensação térmica</b>	<b>levemente quente</b>
<b>sensação térmica correção</b>	<b>neutro</b>	<b>sensação térmica correção</b>	<b>levemente quente</b>
<b>PMV</b>	<b>0,24</b>	<b>PMV</b>	<b>1,03</b>
<b>PPD</b>	<b>6,19</b>	<b>PPD</b>	<b>27,24</b>

Figura 12 – Avaliação dos resultados

Em resumo a comparação entre os resultados calculados e os questionários foi bastante similar. A sensação calculada foi “neutra” no Ponto (1) e “calor” no ponto (4). No apontamento dos usuários, foram considerados, respectivamente, com sensação térmica “neutra” ou de “leve calor”. Os pontos (2) e (3), a sensação térmica calculada foi “calor” para ambos os pontos. Foram considerados pelos usuários com a sensação de “calor” ou “leve calor”.

Essa avaliação revela que os pontos de maior uso e vitalidade apresentam também melhor avaliação quanto ao conforto higrotérmico tanto nos índices calculados como na avaliação dos usuários.

#### 5. CONCLUSÕES

É pressuposto do trabalho entender como a qualidade do conforto no espaço influencia no seu grau de utilização atual para dar base as propostas futuras, entendendo que mesmo os locais de grande uso podem ser deficientes aos requisitos de conforto. É importante também ressaltar a interferência positiva na qualificação dos espaços por elementos subjetivos, como música e atividades de lazer durante o julgamento do conforto ambiental pelos usuários.

Neste trabalho, em paralelo, foi realizada também a avaliação de conforto acústico. Entretanto, como o resultado das medições não apresentou grandes variações e a avaliação qualitativa dos usuários apontou como único fator de desconforto o ruído das obras de construção do novo bloco, foi concluído que, neste caso, as questões de conforto higrotérmico são preponderantes.

O jardim do lago apresentou as piores avaliações. Atualmente este espaço é usado de forma esporádica, para realização de shows ao ar livre. Os fatores negativos que foram verificados, como a ausência de sombreamento e a baixíssima incidência de vento, poderiam ser corrigidos para criação de um novo polo de vivência integrando o prédio existente ao novo bloco de ateliês.

É importante ressaltar que os dois espaços melhor avaliados foram escolhidos de forma mais ou menos espontânea pelos usuários. E, se na área dos quiosques existem equipamentos de apoio (mesas e cadeiras, jogos de sinuca e totó e música), o grande atrativo para o ponto (4) foi a sombra da árvore, o vento constante e o “banco” de pedra.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUER, M. W.; GASKEL, G. **Pesquisa Qualitativa com Texto, Imagem e Som – Um manual prático**, Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.
- CENTRE FOR RESOURCE AND ENVIRONMENTAL STUDIES. **Designing Open Spaces in the Urban Environment: A Bioclimatic Approach**. 2004. RUROS. [http://alpha.cres.gr/ruros/dg\\_en.pdf](http://alpha.cres.gr/ruros/dg_en.pdf). Acesso em outubro de 2006.
- FANGER, P. O. **Thermal Comfort: Analysis and Application in Environmental Engineering**. Danish Technical Press, Dinamarca. 1970.
- \_\_\_\_\_. **Extension of the PMV Model to Non-air-conditioned Buildings in Warm Climates**, Energy and Buildings, n. 34, pp. 533-536. 2002.
- ISO 7730 – **Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort**. Genebra, Suíça. 1994.
- LEI n.º 3268, de 29 de agosto de 2001. Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro.
- ZAMBRANO, L.; MALAFAIA, C.; BASTOS, L. E. G. **Thermal comfort evaluation in outdoor space of tropical humid climate**. PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006
- MACEDO, S. **Espaços Livres**. Revista Paisagem e Ambiente, Ensaios nº 7. FAU/USP. São Paulo. 1995
- NICOL, F. **Adaptive Thermal Comfort Standards in the Hot-humid Tropics**. *Energy and Buildings*, n. 36, pp. 628-637. 2004.
- NIEMEYER, M. L.; SANTOS, M. J. OL; MOREIRA, A. A.; LINS, M. V. F., NEMEZIO, N. F. O. **Metodologia para Avaliação de Conforto Térmico e Acústico em Áreas Livres do Entorno da FAU-EBA/ UFRJ**. ENEPEA, 2010
- VERONEZ, R., ERBA, D. THUM, A. Generalidades. In ERBA, D. A., **Topografia para Estudantes de Arquitetura, Engenharia e Geologia**. Ed. Unisinos, São Leopoldo, RS. 2005.
- WORD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for Community Noise**. 1999. <http://www.who.int/peh/noise/guidelines2.html>. Acesso em janeiro de 2005.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à equipe do Plano Diretor as UFRJ, em especial aos arquitetos Ligia Tamela e Wagner Rufino; àqueles que responderam aos questionários aplicados, e em especial à professora Adriana de Almeida Muniz Moreira pela colaboração inestimável no levantamento físico e durante os questionários.