



## ACEITABILIDADE DO MOVIMENTO DO AR E CONFORTO TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES NATURALMENTE VENTILADAS EM MACEIÓ/AL

**Christhina Cândido (1,2); Roberto Lamberts (2); Leonardo Bittencourt (3); Richard deDear (4)**

(1) Departamento de Engenharia Civil – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações/ Labeee – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: [christhina@labeee.ufsc.br](mailto:christhina@labeee.ufsc.br)

(2) Departamento de Engenharia Civil – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações/ Labeee – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: [lamberts@ecv.ufsc.br](mailto:lamberts@ecv.ufsc.br)

(3) Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Grupo de Estudos em Conforto Ambiental/ GECA – Universidade Federal de Alagoas, Brasil – [lsb@ctec.ufal.br](mailto:lsb@ctec.ufal.br)

(4) Division of Environmental & Life Sciences, Macquarie University, Australia - [rdearde@laurel.ocs.mq.edu.au](mailto:rdearde@laurel.ocs.mq.edu.au)

### RESUMO

Proposta: Em climas quentes e úmidos, a ventilação natural se constitui na principal estratégia de conforto térmico por meios passivos. Estudos indicam que a velocidade do ar, neste tipo de clima, deve ser ajustada entre 0,2 - 1,50 m/s. Contudo, a *aceitabilidade* em relação ao movimento do ar parece carecer de maior aprofundamento, principalmente no que concerne a associação do conforto térmico com diferentes faixas de velocidade do ar. Este trabalho investiga a relação entre a aceitabilidade do movimento e velocidade do ar e o conforto térmico de usuários de edificações naturalmente ventiladas no nordeste brasileiro (Maceió/AL). Método de pesquisa/Abordagens: Questionários de aceitabilidade térmica foram associados a medições das variáveis ambientais (temperatura de globo, temperatura do ar, umidade e velocidade do ar), bem como medições individualizadas da velocidade ar. Resultados: Para temperaturas acima de 24°C os usuários dos ambientes indicaram preferir valores de velocidade do ar acima de 1,00m/s, em média. Observa-se a concentração de respostas de desconforto por parte dos usuários, para velocidades do ar abaixo de 0,25m/s. Para estas velocidades, 70% dos usuários relataram estar levemente com calor ou com calor. Para velocidades do ar acima de 1,00m/s, observou-se uma significativa tolerância ao movimento do ar. Contribuições/Originalidade: Medições em ambientes reais sugerem faixas da velocidade do ar mais elevadas que as relatadas em ambientes laboratoriais.

Palavras-chave: aceitabilidade do movimento de ar, ventilação natural, clima quente e úmido.

### ABSTRACT

Proposal: In hot and humid climates, natural ventilation is the main strategy in order to improve the thermal comfort for passive means. Thermal comfort literature indicates that indoor air speed in hot climates should be set between 0.2 - 1.50 m/s. None of the previous research explicitly addressed air movement acceptability, but focused mostly on overall thermal sensation and comfort. This research focuses on the relationship between air movement acceptability and thermal comfort inside naturally ventilated buildings in Northeast of Brazil (Maceio city). Methods: Questionnaires assessing thermal acceptability were administered simultaneously with Findings: At temperatures above 24°C it was found that building occupants preferred mean air speeds up to 1m/s. In addition, it was also observed that at least 70% of subjects' answers for these velocities range were slightly warm or warm. It was also observed that complaints of draft do not occur in significant numbers until air speed exceeds 1m/s and significant air movement acceptability. Originality/value: Measurements inside naturally ventilated spaces suggests that the air velocity values indicated to the subjects are above to similar experiments at climatic chambers.

Keywords: air movement acceptability, natural ventilation, hot humid climate

## **1 INTRODUÇÃO**

Em climas quentes e úmidos a ventilação natural, associada à proteção solar se constitui na principal estratégia para incrementar o conforto térmico dos usuários, por meios passivos, no interior dos ambientes. Neste tipo de clima, estudos indicam que o aumento da velocidade do ar incrementa, sensivelmente, a sensação de conforto dos usuários visto que intensifica as trocas de calor por evaporação e convecção (MALLICK, 1996).

Estudos têm sido desenvolvidos para identificar as faixas de velocidade do ar mais bem aceitas pelos usuários (TANABE, 1988, TOFTUM, ZHOU, MELIKOV, 1997, NICOL, 2004) e observa-se uma significativa diferença entre eles. Kukreja (1978) sugere que a velocidade do ar para climas quentes deve ser entre 1 e 1,50m/s e outros autores ampliam essa faixa para valores entre 0,50 e 2,50 m/s (NICOL, 2004). Já os resultados de outra investigação sugerem que velocidades do ar acima de 2,50 m/s podem ser muito bem aceitas (ZHANG *et al.*, 2007). Observa-se que tais limites estão, muitas vezes, baseados em problemas práticos, tais como vôo de papéis sobre a mesa e desarranjo de penteados, ao invés de exigências fisiológicas. No entanto, em climas quentes e úmidos, é provável que o poder refrescante provocado por uma maior velocidade do ar possa compensar essas desvantagens (TOFTUM, 2004). Dessa forma, ajustes se fazem necessários nos limites da *aceitabilidade* do movimento do ar para se considerar, mais adequadamente, os efeitos das variações da velocidade do ar no conforto térmico, principalmente para valores da velocidade do ar mais altos (TOFTUM, 2004; ZHANG *et al.*, 2007).

Outro item que deve observado é que os valores obtidos como preferidos pelos usuários e utilizados como limites máximos aceitáveis, resultam, em muitos casos, de pesquisas realizadas em ambientes onde os pesquisadores têm controle das variáveis (tais como a abertura de janelas e a velocidade do ar). Pesquisas de campo vêm sendo indicadas como mais representativas para avaliar o impacto do uso da ventilação natural no conforto térmico dos usuários (ARENS *et al.*, 1998). Neste caso, o pesquisador não deve interferir nas variáveis ambientais e comportamentais, visando caracterizar a condição de uso real do ambiente e as pessoas devem expressar suas sensações e preferências térmicas em escalas apropriadas, (TOFTUM *et al.*, 2003; TOFTUM, LANGKILDE, FANGER, 2004). Estudos que associem o conforto térmico relatado pelos usuários e os valores de velocidade do ar preferidos pelos mesmos, especificamente em ambientes reais em climas quentes e úmidos, constitui-se em contribuição significativa para a área.

## **2 OBJETIVO**

Este trabalho tem por objetivo investigar a relação entre a *aceitabilidade* do movimento do ar e o conforto térmico de usuários em edificações naturalmente ventiladas na cidade de Maceió/AL. Como objetivo complementar, o trabalho visa relacionar diferentes faixas de velocidade do ar com as preferências relatadas pelos usuários.

## **3 METODOLOGIA**

A metodologia adotada consiste na análise dos valores da velocidade do ar medidas e as respostas dadas aos questionários pelos usuários de duas edificações naturalmente ventiladas em Maceió/AL. Para tal, foram realizadas medições das variáveis ambientais e, de forma concomitante, foram aplicados questionários de conforto e aceitabilidade térmica. Este trabalho apresenta os resultados obtidos na pesquisa de campo entre os meses de agosto e setembro de 2007.

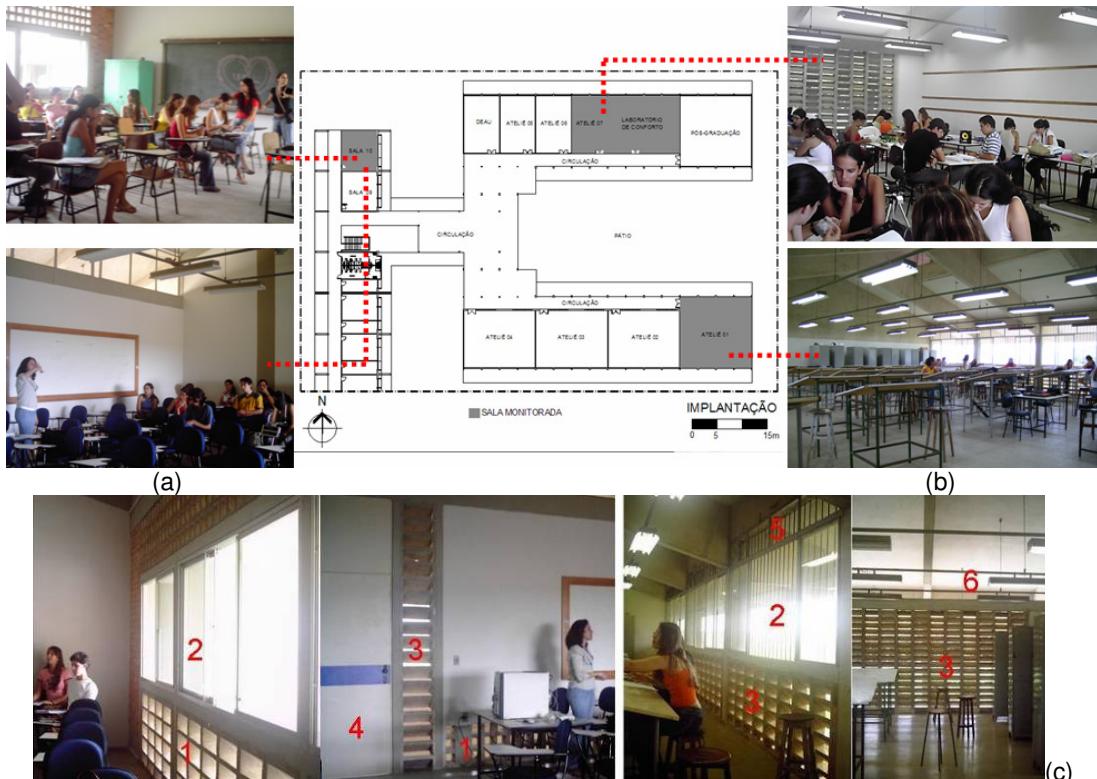
### **3.1 Ambientes monitorados**

Para a definição dos ambientes monitorados, foram escolhidos locais onde a ventilação natural fosse empregada como estratégia de resfriamento, podendo esta ainda ser complementada pelo uso de ventiladores. Em relação às aberturas, estas deveriam ser acessíveis e de fácil operação pelo usuário, que poderiam abrir, fechar e regular, bem como acionar ventiladores. No que concerne aos usuários,

estes deveriam apresentar perfil similar na idade, no tipo de vestimenta e na atividade desenvolvida. Nesse contexto, as edificações escolhidas para o desenvolvimento da pesquisa foram duas Faculdades de Arquitetura e Urbanismo, localizadas no Centro de Tecnologia de Universidade Federal de Alagoas - UFAL e no Centro de Estudos Superiores de Alagoas - CESMAC.

Na UFAL, as edificações estão dispostas espacialmente no campus, com ambientes distribuídos em pavimentos térreo e superior, sendo estes interligados por corredores, integrados ao ambiente externo. As salas monitoradas são utilizadas para aula e ateliê de desenho (projeto), Figura 1a e b, e variam em tamanho, podendo medir entre 36m<sup>2</sup> e 50m<sup>2</sup>, aproximadamente.

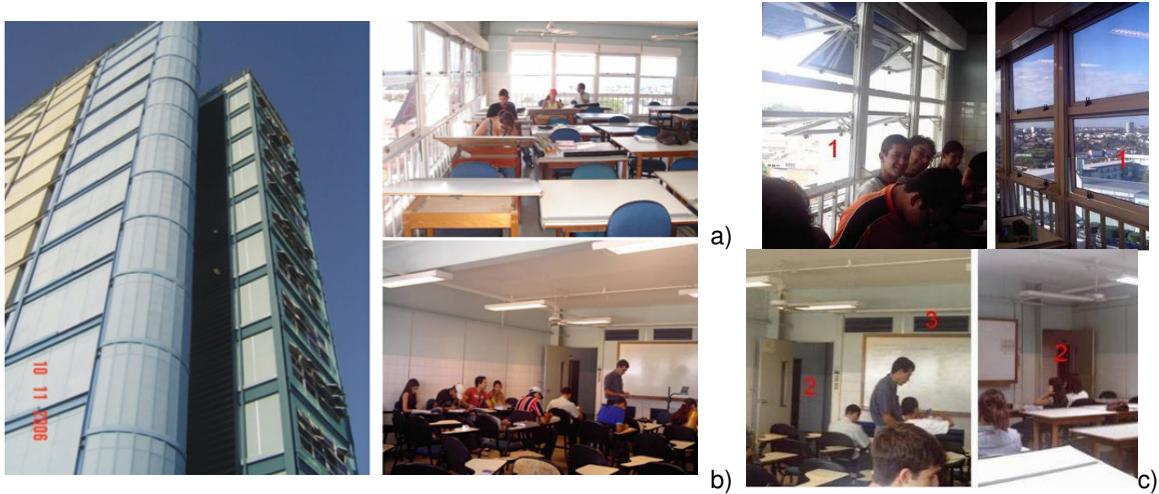
Em tais ambientes, o conjunto de aberturas favorece o insuflamento de fluxo de ar e pode ser dividido em duas partes. A primeira parte é voltada para o corredor da edificação, se constituindo na porta de acesso do ambiente, com elementos vazados (cobogós) na parte superior e inferior da parede. O segundo conjunto de aberturas é voltado para o exterior, dividindo-se em janelas do tipo de correr e elementos vazados (cobogós) na parte superior da parede, Figura 1c. O mobiliário existente varia de acordo com a atividade desenvolvida, sendo composto de carteiras escolares nas salas de aula e pranchetas inclinadas para desenho nas salas de projeto. No primeiro caso, os usuários desenvolvem as atividades em um plano de trabalho de 0,60m e, no segundo caso, esta altura eleva-se para 1,10m, Figura 1a e b. Em cada sala, a ocupação varia entre 20 e 40 usuários.



*Legenda: 1 – Cobogó, 2 – Esquadria de correr, 3 – Elemento vazado, 4 – Porta, 5 – Bandeira ventilada, 6 – Vazio.*

**Figura 1** – Salas de aula (a), de urbanismo (b – acima) e de desenho (b – abaixo) e tipos de aberturas (e) encontradas na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UFAL.

No CESMAC, as salas estão distribuídas em sete pavimentos, interligadas por circulação mais reclusa em relação à disposição adotada na UFAL. As salas são utilizadas para atividades de aula expositiva e desenho, Figura 2a e b. Nesta edificação, o conjunto de aberturas é formado por janelas do tipo maxilar, somadas a venezianas fixas e pela própria porta de acesso ao ambiente, Figura 2c. O mobiliário adotado é composto por carteiras escolares, com estofamento, nas salas de aula e pranchetas horizontais para desenho nas salas de projeto, Figura 2 a e b. Em relação à quantidade de usuários no ambiente, esta variou entre 20 e 30.



*Legenda: 1 – Esquadria maxim-ar, 2 – Porta, 3 – Venezianas fixas.*

**Figura 2** – Sala de desenho de aula (a)e de aula (b) e tipos de aberturas (c) encontradas na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - CTC/CESMAC.

### 3.2 Usuários

Os usuários dos ambientes são estudantes do curso de Arquitetura e Urbanismo das edificações estudadas. A idade varia entre 18 e 25 anos e a maioria é do sexo feminino (66%). As atividades desenvolvidas são sedentárias e variam entre 70 e 93W/m<sup>2</sup>, visto que os usuários encontram-se sentados escrevendo ou desenhando ou em pé e desenhando. A vestimenta utilizada é leve, em média, com valores entre 0,30 clo para o verão e 0,70 clo para o inverno (Figura 3 a e b) e foram classificadas conforme a ASHRAE Standard 55 (2004).



**Figura 3** – Vestimentas utilizadas pelos usuários dos ambientes em dias quentes (a) e em dias frios (b).

### 3.3 Variáveis ambientais

Para o monitoramento das variáveis ambientais foi utilizado o confortímetro Babuc A e termoanemômetro. O confortímetro Babuc A (*Laboratori di Strumentazioni Industriali*) constitui-se em uma estação de medição que agrupa diversos instrumentos conectados a um *datalogger* utilizado para o registro e armazenamento dos dados obtidos, Figura 4 a. O equipamento foi utilizado para o monitoramento da temperatura de globo, da temperatura do ar, da velocidade do ar e da umidade. Para tal, foram empregados os seguintes instrumentos: termômetro de globo, o psicrómetro e o termoanemômetro, Figura 4 a.

Para o registro da velocidade do ar, na proximidade de cada usuário, foi utilizado um termoanemômetro de fio quente portátil. O equipamento *Airflow Developments*, modelo TA-35, possui resolução de 0,01m/s e faixa de medição de 0,05 a 20m/s, e é unidirecional, Figura 4 b. Tal equipamento foi adotado visando identificar o valor da velocidade de ar de maneira individualizada, sendo o procedimento de medição explicado no item a seguir (Metodologia de monitoramento). Visto que o termoanemômetro empregado é unidirecional, foram utilizados *sticks* de fumaça para visualizar a direção predominante do fluxo de ar durante as medições da velocidade do ar, Figura 4 c. Desta

forma, pode-se registrar o valor da velocidade do ar para a direção predominante do vento durante o período de preenchimento do questionário pelo usuário.



**Figura 4** – Equipamentos de medição utilizados para o monitoramento: (a) Confortímetro Babuc A, (b) Termoanemômetro de fio quente portátil Airflow Developments, modelo TA-35 e (c) Sticks de fumaça utilizados para visualizar o fluxo de ar.

### 3.4 Metodologia de monitoramento

As medições foram realizadas durante duas semanas, no período da manhã, tarde e noite por, aproximadamente, duas horas em cada horário. As atividades dos alunos não foram interrompidas, visando caracterizar a utilização real dos ambientes, assim como foi permitido o uso de ventiladores de teto, acionamento de lâmpadas e controle das aberturas (fechar ou abrir portas), conforme descrito anteriormente.

#### 3.4.1 Variáveis ambientais

O confortímetro Babuc A foi locado no centro do ambiente, sendo os seus instrumentos de aquisição (termômetro de globo, psicrômetro e termoanemômetro) adequados para duas alturas. A primeira foi de 0,60m, correspondendo ao plano de trabalho dos usuários sentados nas salas de aula. A segunda foi de 1,10m, para os usuários das pranchetas nas salas de projeto.

Para cada usuário, a velocidade do ar foi monitorada de forma individualizada visando caracterizar o comportamento do fluxo de ar e, posteriormente, cruzar esta informação com as respostas do questionário. Cada usuário respondeu ao questionário cinco vezes, durante o período de monitoramento do ambiente e, durante esse período, a velocidade do ar foi medida. Para cada preenchimento do questionário a velocidade do ar, em seu ponto, foi medida trinta vezes, o que totaliza cento e cinqüenta registros da velocidade do ar por cada usuário. Em cada medição, o termoanemômetro foi posicionado para a altura do plano de trabalho e direcionado para o fluxo de ar dominante mostrado pelo stick de fumaça. Tanto o termoanemômetro, quanto o stick de fumaça foram posicionados na altura do plano de trabalho dos usuários e expostos ao fluxo de ar sem que houvesse barreiras que modificassem a distribuição e a velocidade do escoamento do vento (tais como o corpo da pesquisadora, por exemplo).

#### 3.4.2 Questionários

O questionário de aceitabilidade térmica tem como objetivo identificar a aceitabilidade dos valores da velocidade do ar com as respostas de conforto térmico dadas pelos usuários. O questionário baseia-se no modelo adotado por Dear e Brager (2002)<sup>1</sup> e foi adaptado para o desenvolvimento deste

---

<sup>1</sup> O questionário se baseia no modelo utilizado por Dear e Brager (1998) no desenvolvimento do projeto da

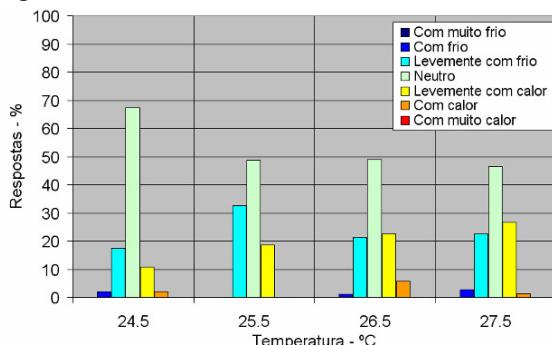
trabalho de acordo com as necessidades do mesmo, sendo dividido em três partes. A primeira corresponde aos dados pessoais dos usuários com idade, altura, peso e sexo. A segunda parte é dedicada às perguntas relacionadas ao conforto térmico, aceitabilidade do movimento do ar e utilização do ar-condicionado. A terceira, e última parte, compreende as atividades que os usuários desenvolveram no momento da medição e a vestimenta utilizada pelos mesmos.

Os usuários começaram a responder o questionário apenas meia hora após a sua chegada no ambiente para que condições prévias de atividade não influenciassem nos resultados posteriores, bem que as respostas dadas fossem representativas das condições reais que os mesmos estavam expostos. Os usuários que chegaram após o início do monitoramento ou que deixaram o ambiente durante o desenvolvimento do mesmo tiveram suas respostas excluídas da amostra final a fim de se evitar erros nas análises posteriores.

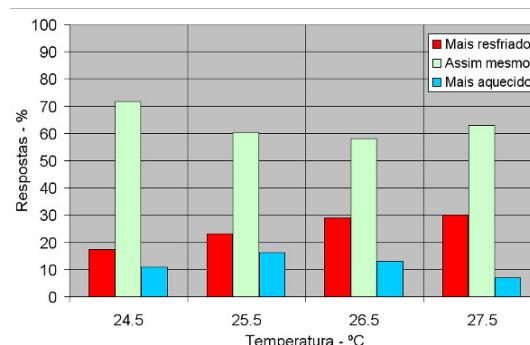
#### 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Como item inicial do questionário, os usuários responderam a seguinte pergunta: “*Com relação a sua sensação térmica, como você está se sentindo neste momento?*”, tendo como opções respostas baseadas na escala sétima variando entre -3 e 3 (com muito frio, com frio, levemente com frio, neutro, levemente com calor, com calor e com muito calor).

Observa-se a concentração da grande parte dos votos para neutro, em pelo menos 49% das respostas. Constata-se a incidência de respostas para *levemente com calor* e *levemente com frio*, variando entre 16 e 32% das respostas, Gráfico 1. Para as sensações de frio e calor, as respostas não ultrapassaram os valores de 3%. Não foram constatadas respostas para sensações de muito frio ou muito calor para nenhuma das temperaturas tabuladas. Outro item do questionário pretende identificar a preferência térmica do usuário (*Como você preferia estar se sentindo neste momento?*), sendo sugeridas como as respostas as opções de mais resfriado, assim mesmo ou mais aquecido. Como resultado, mais de 50% dos usuários respondeu preferir *assim mesmo*, em todas as temperaturas. Para pelo menos 20% dos usuários a preferência foi de mais resfriado e 10% para aqueles que relataram preferir estar *mais aquecido*, Gráfico 1.

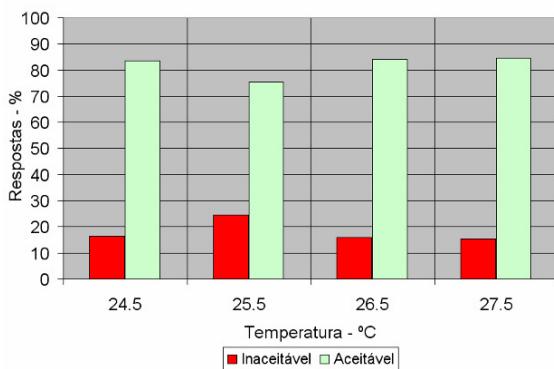


**Gráfico 1** - Respostas das sensações térmicas dos usuários em relação às temperaturas.

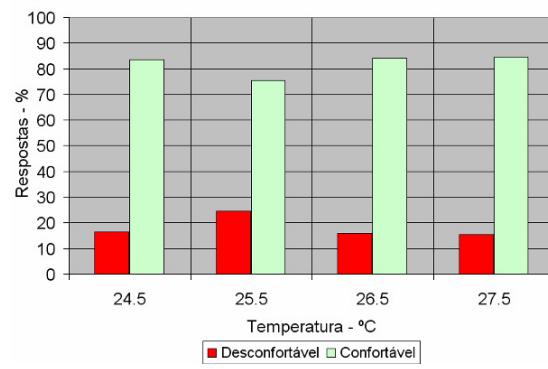


**Gráfico 2** - Respostas das preferências térmicas dos usuários em relação às temperaturas.

Quando questionados sobre a classificação do ambiente (*Com relação ao ambiente, como você classifica neste momento?*), os usuários poderiam optar pelas respostas *aceitável* ou *inaceitável*. Nesse caso, mais de 75% dos usuários relataram considerar o mesmo *aceitável* para todas as temperaturas, Gráfico 3. Os usuários foram questionados também sobre o estado atual (*De que maneira você se encontra neste momento?*), podendo escolher como resposta as opções *confortável* ou *desconfortável*. Em relação a como o usuário se classifica no momento, observa-se comportamento similar em relação ao verificado na pergunta anterior, onde pelo menos 75% dos usuários indicaram estar confortáveis, Gráfico 4.



**Gráfico 3 – Respostas do ambiente térmico dos usuários em relação às temperaturas.**

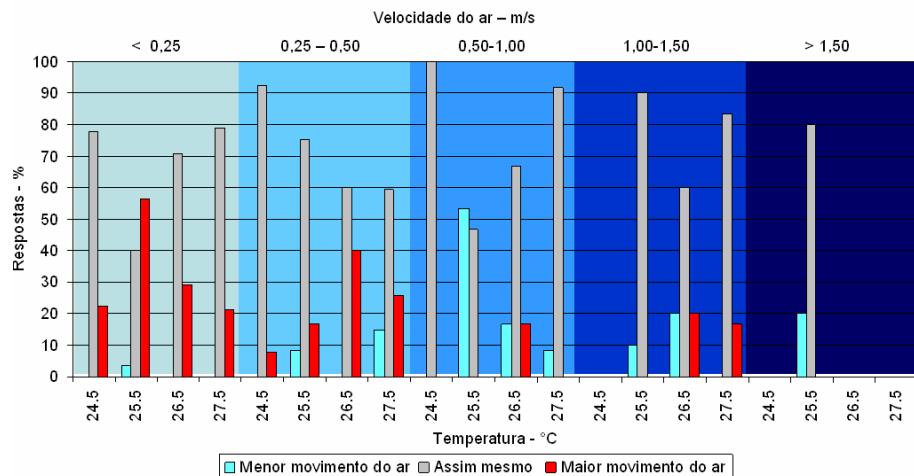


**Gráfico 4 – Respostas da situação térmica dos usuários em relação às temperaturas.**

Os usuários que se declaram em conforto foram classificados como *satisfeitos* e foram cruzados entre si para permitir a identificação de suas preferências térmicas e de movimento do ar segundo a metodologia proposta por Fountain *et al* (1994). Tal cruzamento serviu para identificar a ocorrência de respostas para *levemente com calor*, *levemente com frio*, *com frio e com calor*, mas que mesmo assim declararam *satisfeitos* com sua condição térmica. Após a análise dos dados referentes às perguntas de conforto térmico, foram analisadas as respostas para as perguntas relativas ao movimento do ar. Para tal foram utilizados os valores de faixas de velocidade do ar associados aos de temperatura do ar e as respostas dadas pelos usuários.

Como respostas possíveis para a preferência do movimento do ar, os usuários poderiam optar entre as respostas: *maior movimento do ar, assim mesmo ou menor movimento do ar*. Para análise deste item, as respostas dadas pelos usuários foram combinadas com os valores da temperatura e com as faixas do de velocidade do ar e podem ser observadas no Gráfico 5.

Para as velocidades do ar de até 0,25m/s, pelo menos 22% dos usuários indicaram preferência por *maior movimento do ar* enquanto que no mínimo 40% preferem permanecer sem mudanças ou *assim mesmo*. Observa-se a ocorrência de preferência por *maior movimento do ar* para a temperatura de 25,50 °C e menor incidência para temperatura de 27,50 °C. Apenas 4% das respostas dadas indicaram preferência por *menor movimento do ar*, ocorrendo somente para a temperatura de 25,50°C, Gráfico 5.



**Gráfico 5 – Respostas da preferência do movimento do ar dos usuários em relação às temperaturas.**

Para as velocidades do ar entre 0,25m/s e 0,50m/s, pelo menos 22% dos usuários indicaram preferência por *maior movimento do ar* enquanto que no mínimo 40% preferem permanecer *assim mesmo*. Observa-se a maior ocorrência de preferência por maiores valores da velocidade do ar para

temperaturas de 26,5 °C e 27,5 °C. A preferência por um *menor movimento do ar* foi identificada somente para a temperatura de 25,5 °C, Gráfico 5.

No que concerne às preferências dos usuários para a faixa de velocidade do ar entre 0,50 e 1,00m/s, identifica-se a necessidade de *maior movimento do ar* para apenas 18% dos usuários para temperatura de 26,5 °C. Em todos os valores de temperatura, os usuários indicaram preferir estar *assim mesmo* em, no mínimo, 48% das respostas, Gráfico 5.

Para velocidades do ar acima de 1,50m/s, registradas somente para a temperatura do ar média de 25,5 °C, 80% dos usuários indicaram não desejar modificação no movimento de ar. Não foi constatada nenhuma preferência por *maior movimento do ar*, sendo que os demais 20% dos usuários indicaram preferência por *menor movimento do ar*, Gráfico 5.

#### 4.1 Conclusões

As respostas dadas para as questões relativas ao conforto e ambiente térmico, indicam que os usuários encontravam-se majoritariamente em condição de conforto. Por outro lado, este fato pode ter sido favorecido pelas características climáticas da região, onde os valores de temperatura e umidade para esta época do ano são amenas, com baixa amplitude diária. Desta forma, constata-se a importância da realização da pesquisa de campo para o período com temperaturas mais elevadas, buscando caracterizar o comportamento do usuário para condições diferenciadas.

Em relação ao movimento do ar, observa-se uma significativa tolerância a valores de velocidade do ar entre 0,50 e 1,00m/s. No que tange às preferências térmicas, observou-se a ocorrência maioria das respostas para a manutenção do estado (*assim mesmo*) e a necessidade de maior movimento ar. Observou-se uma significativa correlação entre as respostas dadas para preferência de menor movimento do ar e aquelas indicadas como frio ou levemente com frio.

### 5 REFERÊNCIAS

ARENS, E.; XU, T.; MIURA, K.; HUI, Z.; FOUNTAIN, M.; BAUMAN, F. A study of occupant cooling by personally controlled air movement. **Energy and Buildings**, vol 27, 1998.

ASHRAE Standard 55: Thermal environmental conditions for human occupancy. ASHRAE: Atlanta, 2004.

de DEAR, R.J.; BRAGER, G.S. Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55, **Energy and Buildings**, vol 34 (6), 2002. pp. 549–561.

de DEAR, R. Thermal comfort in practice. **Indoor Air**, vol 14, 2004. pp. 32–39.

de DEAR, R.; BRAGER, G. Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. **Energy and Buildings**, vol 34, 2002.

FOUNTAIN M.E.; ARENS E.; de DEAR R.; BAUMAN F.; MIURA K. Locally controlled air movement preferred in warm isothermal environments. ASHRAE Trans 100:937–952, 1994.

MALLICK, F. H. Thermal comfort and building design in the tropical climates. **Energy and Buildings**, vol 23, 1996.

NICOL, F. Adaptive thermal comfort standards in the hot-humid tropics. **Energy and Buildings**, vol. 36, 2004.

SANTAMOURIS, M. (b) Adaptive thermal comfort and ventilation. Ventilation Information Paper, Air Infiltration and Ventilation Centre, n° 12. **Air Infiltration and Ventilation Centre**: Belgium, junho de 2004.

TANABE, S. **Thermal comfort requirements in Japan**. Tese de doutorado, Waseda University, 1988.

TOFTUM, J. Air movement – good or bad? **Indoor Air**, vol 14, 2004. pp. 40-45.

TOFTUM, J.; MELIKOV, A.; TYNEL, A.; BRUZDA, M.; FANGER, P.O. ASHRAE's draft criteria (RP-843), Human response to air movement - Evaluation of ASHRAE's draft criteria (RP-843). **HVAC and Research** 9 (vol. 2), 2003. pp. 187-202

TOFTUM, J.; ZHOU, G.; MELIKOV, A.K. Effect of airflow direction on human perception of draught, in: **Proceedings of CLIMA 2000**, August, 1997. Brussels, Belgium, paper 366.

TOFTUM, J.; LANGKILDE, G.; FANGER, P. O. New indoor environment chambers and field experiment offices for research on human comfort, health and productivity at moderate energy expenditure. **Energy and Buildings**, vol. 36, 2004.

ZHANG, H., ARENS, E., FARD, S.A., HUIZENGA, C., PALIAGA, G., BRAGER, G., ZAGREUS, L. Air movement preferences observed in office buildings. **International Journal of Biometeorology**, vol. 51, 2007. pp. 349-360.

## **6 AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a FAPEAL pela concessão de bolsa à doutoranda, ao Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (Labeee/UFSC) e ao Grupo de Estudos em Conforto Ambiental (GECA/UFAL) pela concessão dos equipamentos e materiais necessários ao monitoramento. De forma complementar, os autores agradecem aos professores e alunos da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e do Centro de Estudos Superiores de Alagoas (CESMAC) que, gentilmente, se dispuseram a participar desta pesquisa.