

## O PAPEL DOS MECANISMOS ADAPTATIVOS NO CONFORTO TÉRMICO DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS EM BELO HORIZONTE-MG

**GONÇALVES, Willi de B. (1); VALLE, Ramón M. (2); GARCIA, Emerson S. (3)**

(1) Professor Assistente do Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC-Minas e das Faculdades Metodistas Integradas Izabela Hendrix – e-mail: [willi@pucminas.br](mailto:willi@pucminas.br) - Av. Dom José Gaspar, 500 - Coração Eucarístico - B. Horizonte - CEP 30535-610; (2) Orientador; Professor adjunto UFMG-EE-DEMEC–e-mail: [ramon@vesper.demec.ufmg.br](mailto:ramon@vesper.demec.ufmg.br);

(3) Co-orientador; Professor titular UFMG-EEF - e-mail: [emerson@mestrado.eef.ufmg.br](mailto:emerson@mestrado.eef.ufmg.br)

### RESUMO

Este trabalho discute resultados parciais da dissertação de mestrado do primeiro autor. Afim de analisar a adaptabilidade de índices de conforto térmico para uso em Belo Horizonte - MG, foi realizada uma pesquisa de campo com população universitária. Este trabalho discute os resultados relacionados ao uso de mecanismos adaptativos por parte dos indivíduos pesquisados. Analisa-se em que medida atitudes adaptativas comportamentais são adotadas pelos usuários para melhorar suas condições de conforto térmico, bem como o grau de liberdade que sentem para adotar tais atitudes, dentro de salas de aula condicionadas naturalmente.

### ABSTRACT

This paper discusses partial results of the of the first author's M.Sc. thesis. In order to analyze the adaptability of thermal comfort indexes for use in Belo Horizonte - MG, a field research was accomplished with university population. This paper discusses the results related to the use of adaptative mechanisms on the part of the researched individuals. It is analyzed how behavioral adaptative attitudes are adopted by the users to improve their thermal comfort conditions, as well as the degree of freedom they feel to adopt such attitudes, inside of free-running class rooms.

### 1. A ABORDAGEM DO CONFORTO TÉRMICO ATRAVÉS DE MODELOS ADAPTATIVOS

A abordagem adaptativa do conforto térmico (Humphreys, 1981; Nicol, 1993; Nicol et al., 1995; Humphreys e Nicol, 1998) parte, não do modelamento físico das trocas térmicas entre o corpo e o ambiente, mas da observação de que há uma série de atitudes que as pessoas podem tomar para melhorar suas condições de conforto térmico, desde que tenham oportunidades para tanto. Nesta abordagem, o conforto térmico não é visto *a priori* como um problema de termorregulação fisiológica, mas como uma resposta comportamental, abrangente e inteligente, às condições ambientais.

O centro da termorregulação corporal é o cérebro, que controla os mecanismos fisiológicos de equilíbrio térmico entre o corpo e o ambiente, para manter a temperatura corporal dentro de certos limites. Além dos **mecanismos fisiológicos**, o cérebro também ativa **mecanismos comportamentais** para manter a temperatura corporal dentro das condições de conforto.

Esses mecanismos objetivam:

**Modificar a geração interna de calor:** Fisiologicamente, isso pode ser conseguido com elevação da tensão muscular, dos calafrios e arrepios. Conscientemente, pode ser conseguido, por exemplo, pulando, para aumentar o calor metabólico ou tirando um cochilo, para reduzi-lo.

**Modificar a taxa de transferência de calor entre o corpo e o ambiente:** fisiologicamente, através de mecanismos como vasorregulação e transpiração ou, conscientemente, através de atitudes como colocar ou tirar um casaco, ligar um ventilador ou mesmo tomar um refrigerante.

**Modificar o ambiente térmico:** acender a lareira, abrir uma janela, ligar o ar-condicionado, ou a longo prazo, investir no isolamento térmico da edificação.

**Selecionar um ambiente térmico diferente:** Chegar mais perto da lareira ou da janela, trocar de sala, sair do sol e ficar embaixo de uma árvore, e até ir para a praia no verão.

**Modificar as condições fisiológicas de conforto:** É possível verificar em que medida os mecanismos fisiológicos de termorregulação são usados como um mecanismo adaptativo. A pesquisa de campo de que trata este trabalho investigou a relação entre mecanismos fisiológicos de transpiração e a sensação térmica dos indivíduos, bem como a ocorrência de sensações de sede, secura nas mucosas, roborização da pele, etc. (Gonçalves, 2000)

Essas são apenas algumas das inúmeras atitudes que podem ser tomadas para modificar as condições de conforto térmico. Na prática, os indivíduos adotam um conjunto de atitudes, e a adaptação não se faz por uma delas, isoladamente. Na verdade, existem diversas restrições que reduzem as atitudes possíveis de serem tomadas em um dado ambiente, como por exemplo, uma sala de aula com ventilação deficiente ou um escritório com ar condicionado central. A falta de controle sobre o ambiente pode aumentar a probabilidade de desconforto. Outro tipo de restrição está associada com a eficiência da atitude a ser tomada. Tirar um casaco, por exemplo, tem uma influência limitada na temperatura da pele, e sob determinadas condições do ambiente, pode não ser suficiente. No presente trabalho, procurou-se determinar em que medida são adotados alguns destes mecanismos adaptativos, bem como o grau de liberdade que os indivíduos sentem para adotá-los, no espaço e atividade específica da sala de aula.

A diferença fundamental que existe entre os modelos que se baseiam nas equações de balanço térmico e os modelos adaptativos é que os primeiros permitem ajustes apenas em fatores como a vestimenta ou a velocidade do ar, enquanto que os modelos adaptativos partem da premissa que a expectativa dos usuários pode variar, o que poderia levar a diversas temperaturas de conforto.

Assim a hipótese adaptativa parte do princípio de que as pessoas encontram maneiras de adaptar-se as condições do ambiente, quando há tempo suficiente, desde que essa adaptação não represente um risco de choque térmico. O desconforto ocorrerá sempre que a mudança for rápida demais para que haja a adaptação, ou quando as condições ambientais estiverem fora dos limites normalmente aceitos (padrões de conforto), as condições ambientais forem inesperadas ou as condições ambientais estiverem fora do controle individual.

Os padrões de conforto definidos pela abordagem adaptativa, em sua formulação, refletem as interações entre as condições ambientais e suas possíveis modificações. Conceitos como previsibilidade, restrições, variedade e controle têm que ser incorporados ao padrão. Nesta abordagem, conforto e desconforto são dinâmicos por natureza e, extrapolando o conceito de “zona de conforto”, não podem ser adequadamente descritos por meio de limites de valores das variáveis ambientais; a dimensão tempo tem que ser incorporada à definição. A ASHRAE tem desenvolvido estudos de modo a aperfeiçoar seus padrões, direcionando-os para um modelo adaptativo. (De Dear, 1998).

A expectativa dos usuários quanto às condições de conforto que eles encontrarão em um determinado ambiente também é um parâmetro importante na abordagem adaptativa. Um exemplo de hipótese a ser testada com essa perspectiva é a de que as pessoas tendem a ser mais exigentes quanto às temperaturas

ambientes dentro de um laboratório ou em seus escritórios, do que em casa, devido à expectativa que elas têm de estar confortáveis em casa.

Uma crítica que poderia ser feita ao modelo adaptativo é de que, a princípio, qualquer temperatura seria aceitável. Entretanto, as restrições ou condicionantes que podem ocorrer acabam por determinar uma faixa de temperaturas em que o conforto é possível. Pela hipótese adaptativa, a temperatura de conforto não é fixa, pois as ações adaptativas a modificam. Um indivíduo pode se sentir confortável numa faixa larga de temperaturas e existe uma faixa de modificação dentro da qual, ainda que a temperatura seja desconfortável, a sensação de desconforto não será imediata. O sistema fisiológico não atua como um termostato de resposta instantânea. A reação de um indivíduo às modificações nas condições do ambiente depende de uma série de expectativas, baseadas em restrições e condicionantes. Entre as circunstâncias que geram essas restrições e condicionantes podemos citar: o clima, renda, cultura, condições de trabalho e contexto social, possibilidade de controle do ambiente térmico, necessidades conflitantes.

Outra objeção que é colocada é que o modelo seria contrário à ergonomia, pois força a pessoa a se adaptar ao ambiente, ao invés de adaptar o ambiente à pessoa. Dentro de uma condição adaptativa de projeto, deve-se assegurar oportunidades suficientes para a adaptação e é preferível que o ambiente seja controlado pelos ocupantes do que fixado por alguma norma externa.

### **1.1 Modelagem matemática das hipóteses adaptativas - uso de equações de regressão**

Em termos matemáticos, o modelo adaptativo de conforto térmico é um exemplo de um sistema adaptativo complexo (Casti, 1996), que consiste de várias funções dependentes do tempo e inclui as ações de agentes inteligentes tomando decisões com informações limitadas.

Assim, uma série de funções temporais (que dependem, por exemplo, do clima e das temperaturas externas) produzem, conforme sejam as envoltórias do edifício, uma série de funções temporais que resultam na temperatura do ar e outras variáveis ambientais internas. A temperatura do ar, por sua vez, conforme seja a vestimenta ou a atividade realizada pelos indivíduos, produz uma função temporal que origina as sensações térmicas dos ocupantes. Determinados tipos de usuários podem ser caracterizados por funções temporais que procedem de suas necessidades sócio-econômicas e culturais, as quais afetam todas as séries anteriores, inclusive o clima, por exemplo, através de uma função temporal que considere as mudanças tecnológicas ou certas intervenções no meio ambiente.

Os sistemas adaptativos complexos são matematicamente intratáveis, podem ter vários equilíbrios estáveis localmente e, quando perturbados, eles se dirigem para uma posição de equilíbrio diferente. Essas características sugerem que apenas uma abordagem limitada pode ser feita utilizando-se equações simultâneas ou técnicas de regressão obtidas a partir de ensaios realizados em câmaras térmicas.

Diversas pesquisas de campo apresentam modelos para previsão da temperatura interna de conforto, a partir de valores da temperatura externa média mensal ou anual, utilizando equações de regressão. Humphreys (1976) apresenta uma revisão de pesquisas de conforto térmico realizadas entre a década de 20 e a década de 70, abrangendo cerca de quarenta estudos diferentes, realizados em diversas partes do mundo.

Humphreys (Nicol et al., 1995) observa que, dentre os mecanismos adaptativos utilizados pelas pessoas para obter condições favoráveis de conforto térmico, representam um papel importante aquelas atitudes ligadas à construção dos edifícios, como a escolha do terreno (orientação solar e em relação ao vento), a escolha da forma e dos materiais para o edifício e a especificação de instalações de condicionamento do ar para os mesmos. Ele argumenta que apesar de as pessoas viverem em locais cujas temperaturas médias externas podem variar extremamente, digamos de  $-30$  a  $+35^{\circ}\text{C}$ , a amplitude de temperaturas encontrada no interior dos edifícios, e que reflete as preferências dos usuários, é bem mais estreita. Segundo ele, esta faixa vai de  $+17$  a  $+34^{\circ}\text{C}$  e afirma que as temperaturas preferidas internamente estão relacionadas com as temperaturas médias externas.

Xavier (1999) ao analisar diversos modelos para a previsão da temperatura interna de conforto a partir da temperatura externa média, conclui que a temperatura externa média mensal é um bom índice a ser utilizado com o intuito de se buscar uma temperatura interna apropriada. Humphreys (1981) apresenta as seguintes equações que relacionam as temperaturas externas médias com a temperatura de conforto:

$$T_c = 11,9 + 0,534 T_{ext} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$T_c = 23,9 + 0,295 (T_{ext} - 22) \exp \left\{ - \left[ \frac{(T_{ext} - 22)}{33,941} \right]^2 \right\} \quad (\text{Eq. 2})$$

onde  $T_c$  é a temperatura interna de conforto e  $T_{ext}$  é a temperatura externa média mensal, ambas em °C. A eq. 1 aplica-se a edifícios ventilados naturalmente e a eq. 2 a edifícios condicionados artificialmente. Auliciems (1981) apresenta um modelo que além da temperatura externa, considera também a temperatura interna média:

$$T_c = 0,48 T_i + 0,14 T_{ext} + 9,22 \quad (\text{Eq. 3})$$

onde  $T_i$  = temperatura interna média, °C. A equação proposta por Szokolay (1995) é:

$$T_c = 17,6 + 0,31 T_{ext} \quad (\text{Eq. 4})$$

McIntyre (1981) observa que não se deve interpretar uma equação envolvendo temperaturas de conforto como se qualquer uma delas possa realmente prover conforto térmico. Ele coloca que a temperatura deve ser consistente com o clima local e a cultura, e variar num regime estável, no dia-a-dia. Temperaturas que mudam imprevisivelmente no dia-a-dia não permitem às pessoas a adaptação necessária, o que reforça a influência do fator previsibilidade, mencionado acima.

## 2. METODOLOGIA

A seguir são descritos os procedimentos específicos adotados para o levantamento e avaliação dos mecanismos adaptativos utilizados por estudantes universitários, em uma pesquisa de campo sobre conforto térmico realizada em Belo Horizonte. A metodologia completa utilizada na pesquisa encontra-se detalhada em (Gonçalves, 2000).

A técnica de pesquisa utilizada, para o levantamento de votos de conforto e sensações térmicas dos indivíduos, foi o uso de questionários, com uma medição simultânea das variáveis em cada ambiente estudado. A pesquisa foi realizada dentro de salas de aula, na UFMG, PUC-Minas e FAMIH. A sensação térmica foi levantada através de uma escala subjetiva de sete pontos: muito quente (+3, MQ), quente (+2, Q), ligeiramente quente (+1, LQ), confortável (0, C), ligeiramente frio (-1, LF), frio (-2, F), muito frio (-3, MF).

Para a medição das variáveis ambientais foram utilizados instrumentos como termômetro, psicrômetro, termômetro de globo e anemômetro. O ensaio era sempre realizado após um período de permanência dos usuários dentro do ambiente de, no mínimo, 1 hora. A amostra pesquisada foi de 570 indivíduos, tendo sido realizados 20 ensaios de campo, no período de março a outubro de 1999.

Além dos votos de conforto e sensações térmicas dos indivíduos, os formulários apresentaram questões cuja intenção era investigar em que medida diversas atitudes e mecanismos adaptativos são utilizados com o objetivo de alcançar o conforto térmico. As perguntas colocadas com esse objetivo relacionam-se não somente com as condições ambientais encontradas no momento da medição, mas principalmente com o comportamento histórico apresentado pelos usuários ao utilizarem o ambiente em questão.

As interrogações foram feitas da seguinte forma "Ao assistir aulas nesta sala, com que frequência você tenta (ou pede para que alguém o faça) ..." e "Considerando o grau de restrição ou liberdade que você tem para ... quando assiste aulas nesta sala, como você descreveria seu grau de controle ou possibilidade de tomar essa atitude?" Foram utilizadas escalas de cinco pontos para as respostas. No primeiro caso, uma escala de frequência: nunca, raramente, de vez em quando, frequentemente e

sempre. No segundo caso, uma escala subjetiva de quantidade: nenhum, pouco, suficiente, muito e total

As atitudes adaptativas investigadas foram: **a)** abrir portas e janelas; **b)** controlar a incidência do sol; **c)** ligar ventiladores; **d)** sair da sala; **e)** mudar de lugar; **f)** mudar a distribuição das carteiras (lay-out); **g)** beber água ou outros líquidos; **h)** tentar ignorar o desconforto; **i)** encolher-se ou esfregar-se; **j)** abanar-se. Para as três últimas atitudes não foi perguntado o grau de liberdade, que foi considerado total. Quando não havia ventiladores na sala, os usuários foram questionados quanto à necessidade da sua instalação e no caso de haver ventiladores, sobre a necessidade de se instalar ar condicionado.

O formulário apresentou ainda as seguintes questões relativas: **a)** "Você está **satisfeito** com o ambiente térmico neste momento? (sim/não)"; **b)** "Você acha que esse seria um ambiente térmico **aceitável** para estar todos os dias? (sim/não)" e **c)** "Num ambiente térmico como esse: (consigo desenvolver minha atividade de estudo normalmente / minha atividade de estudo fica prejudicada)"

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar os mecanismos adaptativos utilizados pelos usuários, foi efetuado o cruzamento das variáveis psico-fisiológicas entre si. Inicialmente, foi efetuado o cruzamento das seguintes variáveis entre si: sensação térmica, capacidade de estudar no ambiente, aceitação do ambiente e satisfação com o ambiente, mostrados nas figuras 1, 2, 3 e 4.

Verifica-se que uma parcela significativa dos usuários (em média 43,8%, considerando os resultados das figuras 1 a 4) que se declararam fora das condições de conforto julgaram o ambiente aceitável e/ou conseguem desenvolver sua atividade de estudo normalmente, apesar do desconforto. Esse resultado está ligado ao uso de mecanismos adaptativos por parte dos usuários.

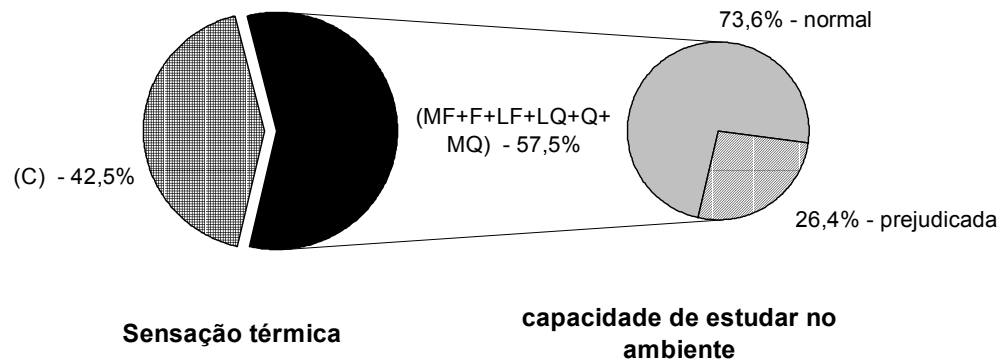


Figura 1 - Cruzamento da sensação térmica com a capacidade de estudar no ambiente

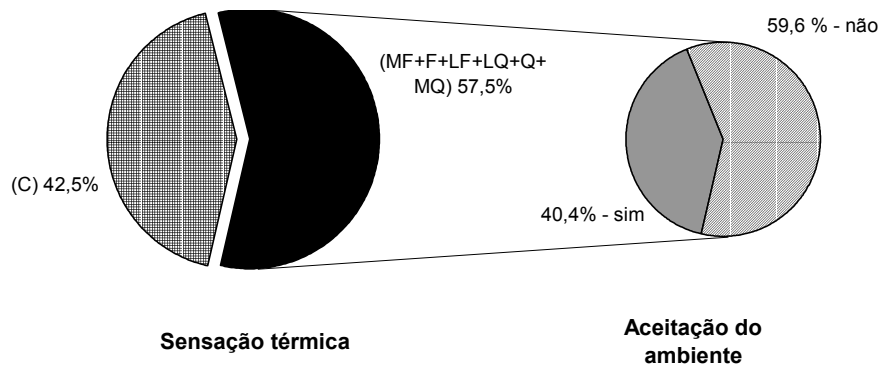
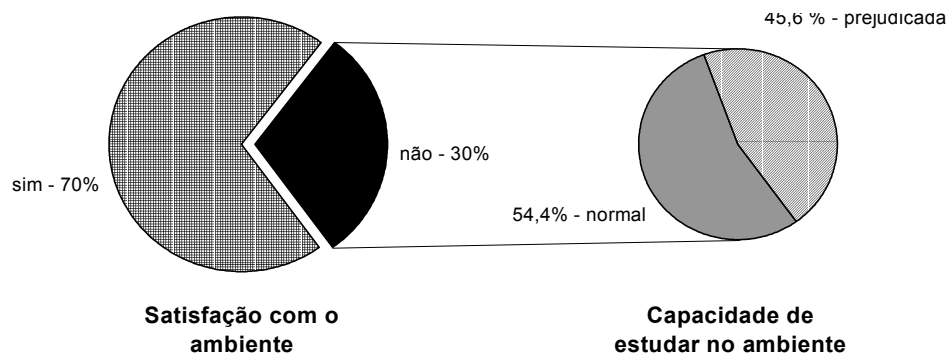
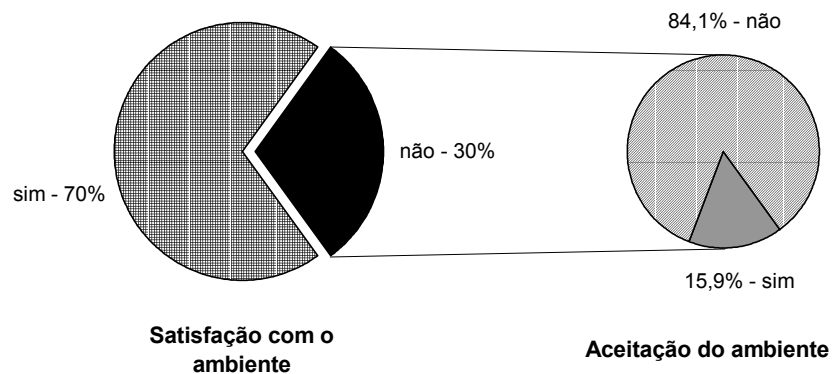


Figura 2 - Cruzamento da sensação térmica com a aceitação do ambiente



**Figura 3 - Cruzamento da satisfação com o ambiente e da capacidade de estudar no ambiente**



**Figura 4 - Cruzamento da satisfação com o ambiente e da aceitação do ambiente**

A tabela 1 apresenta os percentuais de uso levantados entre os 570 usuários pesquisados, para cada atitude adaptativa descrita na metodologia.

A estratégia de **abrir portas ou janelas** é utilizada de formas diferenciadas pelos usuários. Somando os que a usam pouco ou raramente, encontra-se um percentual 38,7%. Este percentual aproxima-se do percentual de usuários que a utilizam de vez em quando. Somando os usuários que a utilizam muito e frequentemente, encontramos um percentual menor, de 22,8%. Quanto ao grau de liberdade que usuários julgam ter para adotar essa estratégia, a maioria dos usuários (62,8%) o julga suficiente ou acima, embora uma parcela significativa (31,2%) o ache pouco. É uma estratégia que os usuários se sentem livres para adotar, mas que não é adotada com frequência.

A estratégia de usar cortinas, persianas e outros elementos de **sombreamento** é pouco utilizada, embora a maioria dos usuários julgue acima de suficiente o grau de liberdade para adotar essa estratégia. O mesmo acontece para a estratégia de **mudar de lugar** na sala. Supõe-se que a maioria dos usuários já escolhe o seu lugar ao entrar, visando, entre outros fatores, minimizar o desconforto que seria produzido pela incidência de radiação solar direta ou maximizar o conforto visual.

Somando os usuários que ligam **ventiladores** de vez em quando, frequentemente ou sempre, obtemos uma porcentagem de (74,2%). A maioria (67,1%) considera o grau de liberdade para adotar essa estratégia, suficiente ou acima. Quanto à **demanda por ventiladores** (quando não existiam na sala) e **por aparelhos de ar condicionado**. Os resultados foram os seguintes: de 149 usuários que responderam, 69,8% acha necessária a instalação de ventiladores na sala, contra 30,2% que acham que não. Quanto à demanda por aparelhos de ar condicionado, houve um equilíbrio maior, com 58,3% dos usuários declarando achar necessária a instalação de ar condicionado, e 41,6% declarando o contrário. Portanto, na amostra de população estudada, a preferência pelo uso de estratégias ligadas às perdas por convecção e radiação, é significativa.

Tabela 1 - Percentuais de votos em mecanismos adaptativos

Atitude	Frequencia com que é adotada					Grau de liberdade para adotar				
	(%)	25	50	(%)	25	50	(%)	25	50	
Abrir portas e janelas	Nunca	17,8					Nenhum	6,0		
	Raramente	20,9					Pouco	31,2		
	De vez em quando	38,5					Suficiente	43,8		
	Frequentemente	17,0					Muito	9,2		
	Sempre	5,8					Total	9,8		
Controlar a incidência do sol	Curso noturno	17,2					Curso noturno	17,9		
	Nunca	39,4					Nenhum	22,5		
	Raramente	16,8					Pouco	22,3		
	De vez em quando	23,9					Suficiente	39,6		
	Frequentemente	16,0					Muito	8,1		
Ligar ventiladores	Sempre	3,8					Total	7,5		
	Não havia na sala	34,5					Não havia na sala	33,8		
	Nunca	7,0					Nenhum	3,9		
	Raramente	18,8					Pouco	29,0		
	De vez em quando	38,0					Suficiente	50,0		
Sair da sala	Frequentemente	27,1					Muito	8,8		
	Sempre	9,1					Total	8,3		
	Nunca	22,1					Nenhum	3,9		
	Raramente	30,0					Pouco	15,5		
	De vez em quando	36,9					Suficiente	41,3		
Mudar de lugar	Frequentemente	9,9					Muito	12,8		
	Sempre	1,1					Total	26,5		
	Nunca	31,8					Nenhum	5,7		
	Raramente	36,7					Pouco	16,6		
	De vez em quando	26,5					Suficiente	40,6		
Mudar o lay-out	Frequentemente	3,9					Muito	12,2		
	Sempre	1,1					Total	24,9		
	Nunca	52,9					Nenhum	21,4		
	Raramente	27,8					Pouco	30,3		
	De vez em quando	16,4					Suficiente	32,6		
Tirar ou colocar peças de roupa	Frequentemente	2,3					Muito	5,6		
	Sempre	0,5					Total	10,1		
	Nunca	10,7					Nenhum	3,2		
	Raramente	25,9					Pouco	7,5		
	De vez em quando	42,6					Suficiente	39,7		
Beber água e outros líquidos	Frequentemente	17,5					Muito	11,6		
	Sempre	3,2					Total	37,9		
	Nunca	6,2					Nenhum	2,7		
	Raramente	15,3					Pouco	8,4		
	De vez em quando	41,8					Suficiente	41,3		
Tentar ignorar o desconforto térmico	Frequentemente	27,8					Muito	15,2		
	Sempre	8,9					Total	32,4		
	Nunca	9,3					Nenhum	2,7		
	Raramente	19,7					Pouco	8,4		
	De vez em quando	38,8					Suficiente	41,3		
Encolher-se ou esfregar-se	Frequentemente	26,3					Muito	15,2		
	Sempre	5,9					Total	32,4		
	Nunca	15,3					Nenhum	2,7		
	Raramente	31,9					Pouco	8,4		
	De vez em quando	38,6					Suficiente	41,3		
Abanar-se	Frequentemente	11,9					Muito	15,2		
	Sempre	2,3					Total	32,4		
	Nunca	10,8					Nenhum	2,7		
	Raramente	25,8					Pouco	8,4		
	De vez em quando	36,2					Suficiente	41,3		
Abanar-se	Frequentemente	21,0					Muito	15,2		
	Sempre	6,2					Total	32,4		
	Nunca	10,8					Nenhum	2,7		
	Raramente	25,8					Pouco	8,4		
	De vez em quando	36,2					Suficiente	41,3		

A estratégia de **sair da sala** é pouco adotada, sendo adotada frequentemente ou sempre por apenas 11% dos usuários. Por outro lado, 41,3% julga suficiente o grau de liberdade para adotá-la. A estratégia de **mudar o esquema de distribuição do mobiliário** (lay-out) é muito pouco utilizada, e os usuários consideram muito pouco o grau de liberdade para adotá-la.

A atitude de **vestir ou tirar peças de roupa** é adotada num grau intermediário. A maioria dos usuários faz isso de vez em quando e se julga com suficiente liberdade para fazê-lo. O mesmo se pode afirmar quanto ao ato de **beber líquidos**, porém essa última estratégia é associada com um grau de liberdade bem maior. De fato, é comum os alunos levarem líquidos para serem consumidos durante as aulas.

Outros resultados não apresentados neste trabalho demonstram a importância dos **mecanismos fisiológicos** para o conforto térmico dos usuários, destacando-se aqueles relacionados com a **transpiração**. 49% dos usuários relataram sensação de **sede** e 31% relataram sensações de **secura nas mucosas**.

#### 4. CONCLUSÃO

O conforto térmico dos usuários pesquisados não é uma função apenas de variáveis físico-ambientais e psico-fisiológicas, mas também das atitudes comportamentais adotadas por eles, bem como do grau de liberdade que os mesmos sentem para adotá-las. Os resultados obtidos mostram que uma parcela significativa dos usuários que deram votos de desconforto numa escala de sensação térmica consegue desenvolver suas atividades de estudo normalmente e julga o ambiente aceitável para o uso diário, o que se explica pelo emprego de atitudes adaptativas.

O levantamento da frequência de uso dessas atitudes adaptativas demonstra que as estratégias mais utilizadas estão ligadas às perdas por convecção e evaporação (controlar aberturas, ventiladores, mudar a roupa) e à ingestão de líquidos. Para outras atitudes como sair da sala e mudar de lugar, o parâmetro que influenciou a resposta dos usuários está mais ligado ao grau de liberdade associado a estas estratégias que à sua adoção efetiva. A mudança da distribuição do mobiliário não pode ser considerada como uma estratégia adaptativa possível nos ambientes pesquisados.

Existe uma tendência de que os modelos adaptativos sejam considerados nas normas de conforto térmico, e as pesquisas futuras deverão envolver o tratamento matemático de séries temporais que relacionam as variáveis físico-ambientais externas e internas com as variáveis psico-fisiológicas e comportamentais dos usuários, em diferentes culturas e contextos climáticos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Auliciems, A. (1981) Towards a psychophysiological model of thermal perception. *International Journal of Biometeorology* 13:147-162.
- Casti, J. (1996) What if. *New scientist*, p. 36-40.
- De Dear, R.J. (1998) Macquarie University's ASHRAE RP-884 Adaptive Model Project. Página da internet: [http://atmos.es.mq.edu.au/~rdedear/ashrae\\_rp884\\_appendc.html](http://atmos.es.mq.edu.au/~rdedear/ashrae_rp884_appendc.html).
- Gonçalves, W.B. (2000) Estudo de índices de conforto térmico avaliados com base em população universitária na região metropolitana de Belo Horizonte. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte: UFMG - Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica.
- Humphreys, M.A. (1976) Field studies of thermal comfort compared and applied. *Building Services Engineer*, n° 44, p. 5-27.
- Humphreys, M.A. (1981) The dependence of comfortable temperatures upon indoor and outdoor temperatures, in: Cena, K. E Clark, J.A. (eds.) *Bioengineering, Thermal physiology and Comfort*, Nova Iorque: Elsevier.
- Humphreys, M.A. e Nicol, J.F. (1998) Understanding the adaptative approach to thermal comfort. *ASHRAE Transactions*, v. 104, pt 1, cód, SF-98-7-1.
- Mcintyre, D.A. (1981) Design requirements for a comfortable environment. In: Cena, K. E Clark, J.A. (eds), *Bioengineering Thermal Physiology and Comfort*, Nova Iorque: Elsevier, 1981. Cap. 13.
- Nicol, J.F. (1993) *Thermal comfort: a handbook of field studies toward an adaptive model*. Londres: School of Architecture, University of East London.
- Nicol, J.F., et alii. (1995) *Standards for Thermal Comfort : Indoor Air Temperature Standards for the 21st Century*. Londres: Chapman and Hall.
- Szokolay, S. V. (1995). *Thermal Design of Buildings*. Camberra, Australia: Raia Education Division.
- Xavier, A. A. P. (1999) Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de Florianópolis. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, UFSC. Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil.

**Agradecimentos:** Às FAMIH, pela cessão de um bolsista de iniciação científica. Ao Laboratório de Fisiologia do Exercício da EEF-UFMG e ao Laboratório de Vazão de Gases do CETEC-MG pelo apoio e empréstimo de instrumentos de medição.