

## ANÁLISE EXPERIMENTAL DAS CONDIÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO E DESCONFORTO LOCAL EM AMBIENTES CIRÚRGICOS

**Victor B. Felix (1); Danilo de Moura (1); Marcelo L. Pereira (1); Thais A. H. Inatomi (2); Arlindo Tribess (3)**

(1) Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica. – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo. e-mail: [victor.felix@poli.usp.br](mailto:victor.felix@poli.usp.br) ; [danilo.moura2@poli.usp.br](mailto:danilo.moura2@poli.usp.br); [marcelo.luiz@poli.usp.br](mailto:marcelo.luiz@poli.usp.br).

(2) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil e Urbana – escola Politécnica – Universidade de São Paulo. e-mail. [thais.inatomi@poli.usp.br](mailto:thais.inatomi@poli.usp.br)

(3) Departamento de Engenharia Mecânica – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo e-mail: [atribess@usp.br](mailto:atribess@usp.br)

### RESUMO

Hospitais e demais instalações médicas constituem-se em ambientes complexos que requerem ventilação adequada para o conforto de pacientes, de pessoal e de visitantes, e o controle de contaminação aérea. Em ambientes cirúrgicos as condições de conforto térmico do cirurgião e da equipe médica precisam ser as melhores possíveis para que trabalhem em condições favoráveis para o sucesso do procedimento cirúrgico. Neste trabalho foram realizadas avaliações experimentais de condições de conforto térmico e desconforto local em salas cirúrgicas com dois diferentes tipos de sistemas de insuflação de ar. As avaliações de condições de conforto foram realizadas segundo os critérios de conforto de Fanger e conforme previsto nas normas ISO 7730:1994 e ASHRAE 55:2004. Foram realizadas medições e avaliações subjetivas (questionários). De uma forma geral, os valores de PMV obtidos com o método de Fanger e aqueles com o voto da equipe cirúrgica apresentaram uma mesma tendência, embora com algumas diferenças significativas entre os valores. Verifica-se também que é praticamente impossível prover condições de conforto térmico para toda a equipe cirúrgica. Isto é devido a fatores pessoais, como o tipo de vestimenta e o nível de atividade, e de fatores locais, como o calor excessivo do foco cirúrgico.

### ABSTRACT

Hospitals and other medical facilities involve complex environments that request appropriate ventilation for the patients' comfort, of personnel and of visitors, and the control of airborne contamination. In surgical environments the conditions of the surgeon's thermal comfort and of the medical team need to be the best as possible so that they work in favorable conditions for the success of the surgical procedure. In this work experimental evaluations of thermal comfort conditions and of local discomfort were accomplished at surgical rooms with two different types of air supply system. The evaluations of comfort conditions were accomplished according to the Fanger comfort criteria and as predicted in the ISO 7730:1994 and ASHRAE 55:2004 norms. Measurements and subjective evaluations (questionnaires) were accomplished. In a general way, the values of PMV obtained with the Fanger method and those with the vote of the surgical team presented a same tendency, although with some significant differences among them. It is also verified that it is practically impossible to provide conditions of thermal comfort for the whole surgical team. This is due to personal factors, as the clothes and the activity level, and of local factors, as the excessive heat of the surgical focus.

## 1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais as pessoas passam grande parte de sua vida em ambientes fechados, seja em casa ou no trabalho, sujeitas às condições destes ambientes. Muitos destes ambientes apresentam características inadequadas ao uso e uma má qualidade do ar interior, ocasionando desconforto, problemas de saúde e perda de produtividade do trabalhador (FELIX *et al.*, 2006).

Hospitais e demais instalações médicas constituem-se em ambientes complexos que requerem ventilação adequada para o conforto de pacientes, de pessoal e de visitantes, e o controle de contaminação aérea. Em ambientes cirúrgicos as condições de conforto térmico do cirurgião e da equipe médica precisam ser as melhores possíveis para que trabalhem em condições favoráveis para o sucesso do procedimento cirúrgico. Adicionalmente, é necessária atenção para as condições do paciente, para que condições desfavoráveis de conforto térmico não comprometam, ainda mais, o seu estado de saúde.

O principal objetivo dos sistemas de distribuição de ar em salas cirúrgicas é diminuir os riscos de infecções, do paciente e dos profissionais de saúde, que podem ser causadas por partículas transportadas pelo ar. Assim, é necessária uma ventilação especial baseada em taxas fixas de geração de contaminantes, diferenciais de pressão, umidade, entre outros parâmetros (HERMANS, 2000). Além disto, os sistemas de distribuição de ar em salas cirúrgicas, devem garantir o conforto térmico do paciente e da equipe cirúrgica durante a cirurgia, o que na maioria das vezes fica em segundo plano.

As condições de conforto térmico e desconforto térmico local em ambientes internos estão diretamente relacionadas com o tipo de sistema de ar condicionado utilizado. Dependendo do tipo de sistema de distribuição do ar, a movimentação do ar no interior do ambiente terá um padrão característico do sistema de insuflação de ar utilizado, com perfis de temperatura e velocidade completamente diferentes daqueles verificados com outros tipos de sistemas (PEREIRA E TRIBESS, 2005).

Existem poucos estudos de avaliação de conforto térmico em salas cirúrgicas encontrados na literatura. Trabalho pioneiro foi realizado na década de 1960 na Inglaterra por WYON *et al.* (1968). Os autores avaliaram as condições de conforto térmico da equipe médica (somente) para servirem de orientação no projeto e operação de salas cirúrgicas nas ilhas britânicas. Trata-se de um trabalho bastante extenso em que foram avaliadas condições de conforto térmico em 25 salas cirúrgicas ao longo das quatro estações do ano. Nas visitas às instalações foram respondidos questionários, anotados detalhes da vestimenta, sexo, idade, construção, etc.; bem como realizadas medições de: temperatura, velocidade e umidade do ar e de temperatura de globo. Não foram fornecidos detalhes do sistema de ventilação. Aparentemente, as avaliações foram feitas em condições de ventilação natural.

WYON *et al.* (1968) verificaram que existe uma diferença significativa entre as preferências quanto às condições térmicas dos cirurgiões, anestesistas e outros membros da equipe cirúrgica. Ressaltaram como igualmente importante que os requisitos para a especificação de um ambiente térmico confortável em salas cirúrgicas diferem daqueles de ambientes de escritórios, ambientes fabris e outros ambientes estudados até então. Isto porque, enquanto os ambientes térmicos convencionais são ocupados por um grande número de pessoas e nos quais se procura obter condições de conforto ao maior número possível destes ocupantes, em salas cirúrgicas o conforto dos cirurgiões deve ser priorizado e o desconforto para os demais deve ser minimizado. Os autores definiram um “índice de temperatura” (similar ao da temperatura equivalente), como uma combinação da temperatura real do ar, da temperatura média radiante em um ambiente com 50% de umidade relativa e velocidade do ar de 0,127 m/s. Os autores verificaram que este índice de temperatura, no qual a maioria da equipe cirúrgica estaria confortável, seria de 20,5 °C. Contudo, para os cirurgiões este índice deveria ser de 18 °C e para os anestesistas de 21,5 °C.

OLESEN e BOVENZI (1985) também recomendam diferentes temperaturas equivalentes (similar à temperatura operativa, mas levando em conta os efeitos da velocidade do ar) para os membros da equipe cirúrgica: anestesistas entre 23 °C e 24,5 °C; enfermeiras entre 22 °C e 24,5 °C; e para os cirurgiões em torno de 19 °C.

MORA et al. (2001) realizaram estudo em duas salas cirúrgicas em um hospital no Canadá. As salas cirúrgicas eram providas de sistema convencional de climatização (com 100% de ar de renovação, volume de ar constante (VAC), reaquecimento terminal e um *fan-coil* dedicado para cada sala cirúrgica) e sistema de distribuição de ar com fluxo laminar. Foram realizadas medições de temperatura e velocidade em alguns níveis (0,1m, 1,1m e 1,7 m) acima do piso, além da umidade do ar, durante o processo cirúrgico. Após cada cirurgia, os membros da equipe cirúrgica preencheram questionários. Os testes foram realizados com temperatura média na sala cirúrgica em torno de 21,5 °C, com variações entre 19 °C e 25 °C, devido a problemas no controle do sistema de climatização. Em adição aos questionários, o método de conforto de FANGER (1972) foi adotado para avaliar as condições de conforto térmico da equipe cirúrgica e do paciente com diferentes tipos de vestimentas (resistências de roupa, clo). Também foram verificadas condições de desconforto térmico local não previstas no método de Fanger, tais como: assimetria de radiação, diferenças entre os pés e a cabeça e correntes de ar (*drafts*). Os resultados mostraram que, em função das condições do ambiente e das pessoas (vestimenta, atividade, posição no ambiente) não foi possível prover condições de conforto térmico para todo o *staff*. Verificaram também que o desconforto dos cirurgiões (que muitas vezes chegam a suar) ocorre principalmente devido à assimetria de radiação causada pelo foco cirúrgico. Baseado no método de Fanger, os autores concluíram que a temperatura do ar deveria ficar em torno de 19 °C para prover condições de conforto para os cirurgiões. Contudo, nesta temperatura as enfermeiras e anestesistas deveriam estar com roupas com pelo menos 0,9 clo e o paciente coberto com vestimenta com pelo menos 1,6 clo.

No Brasil, MELHADO E BEYER (2004) realizaram simulação computacional utilizando programa Energy Plus com o objetivo de avaliar as condições gerais de conforto térmico em ambientes cirúrgicos, baseado na temperatura média dos ambientes. Não foi objetivo do trabalho avaliar condições de desconforto local, função da distribuição de velocidades e temperaturas no ambiente.

Mais recentemente, FELIX *et al.* (2005) fizeram medições utilizando um manequim com sensores aquecidos, que simulam a troca de calor entre diferentes partes do corpo humano e o ambiente, na avaliação da influência do foco cirúrgico nas condições de desconforto térmico do cirurgião.

No presente trabalho são avaliadas condições de conforto térmico e desconforto térmico local em ambientes cirúrgicos, com dois diferentes sistemas de insuflação e distribuição de ar, por meio de medições e de avaliações subjetivas (questionários).

## 2. CONFORTO TÉRMICO

Segundo a definição apresentada na norma ASHRAE 55:2004, conforto térmico é “um estado de espírito que reflete satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa”. Ou seja, muitas vezes, mesmo estando em uma condição termicamente neutra, algumas pessoas ainda não estarão confortáveis termicamente, como pode se visto na Tabela 1, onde o voto médio estimado (PMV - predicted mean vote) igual a zero significa neutralidade térmica, mas mesmo assim o percentual de insatisfeitos (PPD - predicted percentage of dissatisfied) é de 5%.

**Tabela 1** Sensação térmica, PMV e PPD (FANGER, 1972).

<i>Escala de sensação térmica</i>							
	-3	-2	-1	0	1	2	3
<b>PMV</b>	muito frio	frio	leve sensação de frio	neutro	leve sensação de calor	quente	muito quente
<b>PPD</b>	100%	78%	26%	5%	26%	78%	100%

A tabela 1 é resultado dos estudos realizados por FANGER (1972), nos quais, além de obter uma equação de conforto térmico baseado no balanço térmico do corpo humano, também foi obtido um

método baseado no voto das pessoas com relação ao ambiente térmico em que se encontravam; com o voto médio estimado (PMV) variando de muito frio (-3) até muito quente (+3).

A partir dos resultados de Fanger (1972) e como uma forma mais simples de se checar se uma pessoa pode estar termicamente confortável em um determinado ambiente, a norma ISO 7730:1994 apresenta algumas tabelas, correlacionando o tipo de vestimenta (CLO), diferentes atividades (MET) e condições ambientais (temperatura operativa, umidade e velocidade do ar).

Quando se está falando de conforto térmico não se pode deixar de observar que para uma pessoa estar confortável termicamente é necessário que ela esteja em conforto para o corpo como um todo e também nas diferentes partes do corpo, com valores limites de diferença de temperatura entre os pés e a cabeça, assimetrias de radiação e correntes de ar (ASHRAE, 2005; ASHRAE 55:2004 e ISO 7730:1994).

### 3. MÉTODO DE TRABALHO

#### 3.1 Avaliação das condições de conforto térmico

Com o objetivo de se avaliar as condições de conforto térmico e desconforto local da equipe cirúrgica, foram realizadas medições das variáveis ambientais e aplicado questionário. O questionário, baseado no trabalho de MORA et al. (2001), foi aplicado ao término de cada cirurgia. Neste questionário cada membro da equipe cirúrgica descrevia sua sensação térmica, seguindo a escala de sensações térmicas apresentada na Tabela 1. Ao todo foram respondidos 80 questionários.

No questionário, além da sensação térmica, também foram incluídas perguntas referentes ao desconforto térmico local, à sensação de calor devido ao foco cirúrgico, frio devido à proximidade de superfícies frias ou de outros equipamentos e frio por correntes de ar.

Para avaliação das condições de conforto térmico para cada membro da equipe cirúrgica foram analisados os valores de PMV obtidos dos questionários e comparados com os valores de PMV obtidos pelo método de Fanger, com a utilização de valores de medição das variáveis ambientais: temperatura do ar, velocidade do ar, temperatura de globo (para determinação da temperatura radiante média) e umidade relativa do ar, e das variáveis pessoais: resistência da roupa e metabolismo.

Foram estudadas três situações de movimentação do ar, função do sistema de ar condicionado, conforme apresentado na Tabela 2. O estudo de condições de conforto com o sistema de ar condicionado desligado foi possível de ser realizado em procedimentos cirúrgicos bastante simples, com risco de infecção extremamente baixo.

Foram avaliadas condições de conforto térmico considerando quatro membros da equipe cirúrgica: cirurgião, instrumentador, anestesista e enfermeiro; que apresentam diferenças quanto ao isolamento térmico das vestimentas, o tipo de atividade que cada um exerce e a posição em que se encontram na sala.

**Tabela 2** Condições estudadas

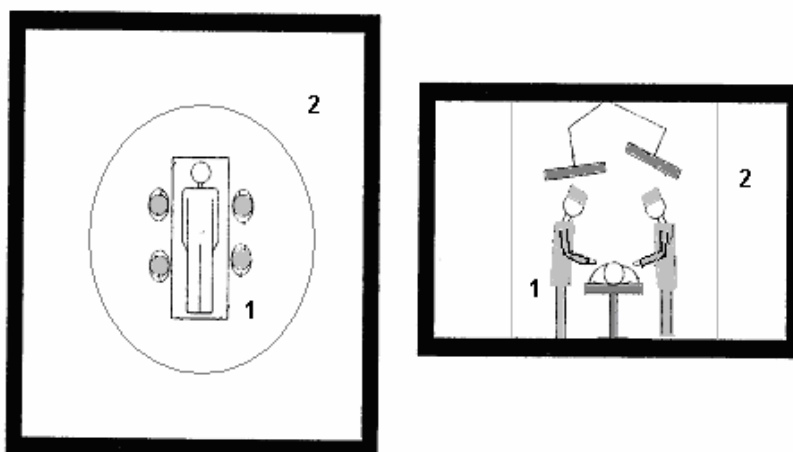
<b>Condições</b>	<b>Características dos sistemas de ar condicionado</b>
<b>Ensaio A</b>	Sistema de ar condicionado desligado
<b>Ensaio B</b>	Sistema de ar condicionado com insuflação pela parte superior da parede e retorno pela mesma parede na parte inferior e lado apostado.
<b>Ensaio C</b>	Sistema de ar condicionado com insuflação pelo teto e retorno pelo teto.

#### 3.2 Variáveis ambientais

A medição das variáveis ambientais foi realizada segundo procedimentos e métodos de medição apresentados na norma ISO 7726:1998. Os sensores foram dispostos ao longo da sala e os dados foram coletados, em intervalos de um minuto, com sistema de aquisição de dados.

Para a realização das medições, a sala cirúrgica foi dividida em duas zonas. A zona 1, onde se encontram o paciente, o cirurgião e o instrumentador, e a zona 2 onde se encontram o anestesista e o enfermeiro, como mostrado na Figura 1.

Na região denominada zona 1 foram feitas, inicialmente, medições sem a ocorrência de cirurgias, nas três condições estudadas. Foram medidas velocidades, temperaturas do ar em quatro alturas: 0,1 m; 0,6 m; 1,1 m e 1,7 m do nível do piso - previstas na norma ASHRAE 55:2004 - e de temperatura de globo a 1 m do piso. Isto foi feito com o objetivo de se levantar dados da movimentação do ar nessa região, pois durante a cirurgia era permitida a colocação de apenas um sensor - de temperatura e umidade do ar - acima da mesa cirúrgica.



**Figura 1** Vista em planta das regiões nas salas cirúrgicas (adaptado de MORA et al., 2001).

Na região denominada de zona 2 foram realizadas medições, durante as cirurgias, de temperaturas e velocidades do ar, também em quatro alturas previstas na norma ASHRAE 55:2004, e em quatro pontos diferentes ao longo da sala, totalizando 16 pontos. Além disto, foram realizadas medições de umidade do ar e temperatura de globo em um ponto a 1 m do piso.

Os sensores utilizados para as medições de temperatura foram termômetros de resistência e para as medições de velocidades foram utilizados anemômetros omnidirecionais. A Tabela 3 apresenta as características dos instrumentos de medição utilizados.

**Tabela 3** Características dos instrumentos utilizados.

Variáveis	Faixa de medição	Precisão
Temperatura do ar	0 a 50 °C	± 0,2 °C
Velocidade do ar	0 a 1 m/s	± (0,04 + 3%) m/s

### 3.3 Equipe cirúrgica

Para a avaliação das condições de conforto térmico utilizando o método de Fanger é necessário estabelecer o valor da resistência térmica da roupa e o metabolismo para cada membro da equipe cirúrgica.

Devido às vestimentas utilizadas em salas cirúrgicas serem relativamente padronizadas, foi possível utilizar valores de resistência térmica de roupa apresentados em MORA et al. (2001). Para os cirurgiões e instrumentadores foram considerados valores de resistência de roupa de 0,86 clo e para enfermeiros e anestesistas valores de 0,42 clo.

O nível de atividade para os membros da equipe cirúrgica foi obtido da norma ASHRAE 55:2004, considerando atividades similares. Para os cirurgiões foram considerados valores de 1,6 met e para o restante da equipe foram considerados valores de 1,4 met; valores também utilizados por MORA et al. (2001). Na Tabela 4 é apresentado quadro resumo dos valores de resistência da roupa e do nível de atividade considerado para cada membro da equipe cirúrgica.

**Tabela 4** Valores de resistência de roupa e nível de atividade dos membros da equipe cirúrgica.

	<b>Resistência da roupa (clo)</b>	<b>Nível de atividade (met)</b>
<b>Cirurgiões</b>	0,86	1,6
<b>Instrumentadores</b>	0,86	1,4
<b>anestesistas</b>	0,42	1,4
<b>enfermeiros</b>	0,42	1,4

#### **4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

##### **4.1 Resultados de medições**

Nas Tabelas 5 e 6 são apresentados valores de medição que caracterizam, respectivamente, o ambiente na zona 1 e na zona 2, para cada condição estudada. Os valores são uma média das medições realizadas ao longo do tempo. Não houve variação significativa das medidas ao longo do tempo, pois os ambientes são bastante homogêneos. Foram verificados desvios padrão de  $\pm 0,5$  °C para a temperatura, tanto do ar como a de globo, de  $\pm 0,05$  m/s para a velocidade do ar e de  $\pm 3\%$  para a umidade relativa do ar.

**Tabela 5** Valores obtidos nos ensaios na zona 1.

	<b>Ensaio A</b>	<b>Ensaio B</b>	<b>Ensaio C</b>
<b>Temperatura do ar (°C)</b>	26,0	24,2	27,3
<b>Temperatura radiante média (°C)</b>	29,0	28,6	29,5
<b>Umidade relativa média do ar (%)</b>	45	42	37
<b>Velocidade do ar (m/s)</b>	0,10	0,20	0,25

**Tabela 6** Valores obtidos nos ensaios na zona 2

	<b>Ensaio A</b>	<b>Ensaio B</b>	<b>Ensaio C</b>
<b>Temperatura do ar (°C)</b>	23,5	20,3	22,9
<b>Temperatura radiante média (°C)</b>	25,6	23,0	24,1
<b>Umidade relativa do ar (%)</b>	50	48	45
<b>Velocidade do ar (m/s)</b>	0,10	0,20	0,25

##### **4.2 Avaliação das condições de conforto térmico**

Na Figura 2 são apresentados valores de PMV calculados para as três condições estudadas utilizando os dados experimentais e o método de Fanger. Analisando-se os valores de PMV calculados, verifica-se que:

- Os cirurgiões e instrumentadores estariam desconfortáveis, com sensação de calor, em todas as situações analisadas. O nível de desconforto dos cirurgiões e instrumentadores seria praticamente o mesmo.
- Para os outros membros da equipe cirúrgica, isto é, os anestesistas e enfermeiros, as melhores condições seriam as do ensaio A, sendo que as demais apresentaram condições levemente desconfortáveis. É importante ressaltar que os valores de PMV calculados pelo modelo de Fanger para estes casos são iguais, pois as variáveis que são utilizadas nos cálculos para os enfermeiros e anestesistas são idênticas.

Na figura 3 são apresentados resultados de PMV obtidos a partir do questionário aplicado a cada membro da equipe cirúrgica após a cirurgia. Analisando os resultados é possível verificar o grau de satisfação/insatisfação com o ambiente térmico de cada membro da equipe cirúrgica frente às diferentes condições em que se encontravam.

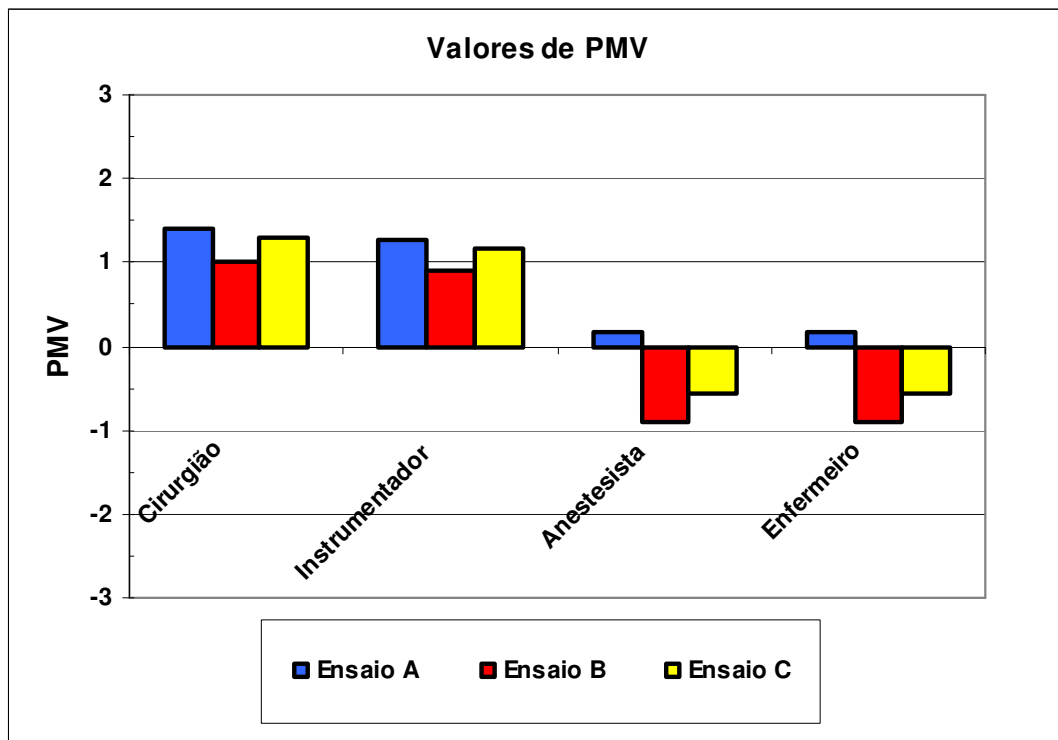


Figura 2 Valores de PMV calculados.

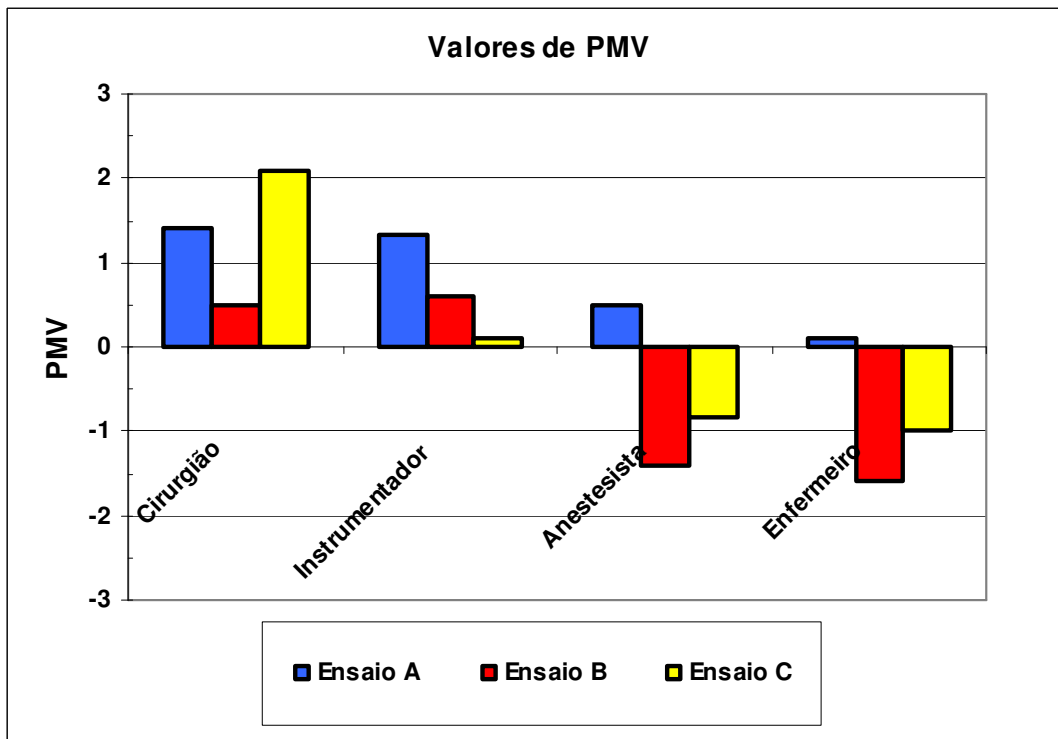


Figura 3 – Valores de PMV obtidos dos questionários aplicados após as cirurgias.

- a) Segundo as respostas dos cirurgiões, as condições do ensaio B foram as que mais se aproximaram da neutralidade térmica; com valores de PMV dentro da faixa considerada confortável. A pior condição foi a do ensaio C, que mostra que os cirurgiões trabalharam sob condições em que sentiram bastante calor.
- b) A opinião dos instrumentadores indica que nas condições dos ensaios B e C estes trabalharam sob condições confortáveis e que a pior condição foi a do ensaio A.
- c) Para os anestesistas e enfermeiras a pior condição foi a condição do ensaio B, enquanto a condição A apresentou condições de conforto. Devido ao tipo de vestimenta e o nível de atividade realizado, os anestesistas e enfermeiras têm a tendência a sentirem frio durante a cirurgia.

Analisando-se a Figura 2 e a Figura 3, verifica-se que:

- a) Os valores de PMV obtidos com o método de Fanger e aqueles com o voto da equipe cirúrgica apresentam uma mesma tendência.
- b) O método de Fanger pode ser utilizado para avaliação de condições de conforto térmico em salas cirúrgicas.

#### 4.2 Desconforto térmico local

Nas Tabelas 6 e 7 são apresentados resultados percentuais de pessoas que se sentiram desconfortáveis devido a fatores locais, respectivamente, na zona 1 e na zona 2. Estes resultados complementam os resultados obtidos na avaliação de sensação térmica apresentados anteriormente. Ou seja, verifica-se que o percentual de insatisfeitos quanto ao frio ou ao calor, por fatores locais, também acompanha o grau de satisfação/insatisfação verificado na análise de conforto térmico para o corpo todo (método de Fanger).

**Tabela 6** Percentual de insatisfeitos devido a desconforto térmico local (ZONA 1).

Causas	Cirurgião			Instrumentador		
	Ensaio A	Ensaio B	Ensaio C	Ensaio A	Ensaio B	Ensaio C
<b>Aquecimento devido ao foco</b>	20 %	34 %	60 %	50 %	0 %	0 %
<b>Frio devido à proximidade de superfícies frias</b>	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
<b>Frio causado por correntes de ar</b>	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

**Tabela 7** Percentual de insatisfeitos devido a desconforto térmico local (ZONA 2).

Causas	Anestesista			Enfermeira		
	Ensaio A	Ensaio B	Ensaio C	Ensaio A	Ensaio B	Ensaio C
<b>Aquecimento devido ao foco</b>	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
<b>Frio devido a proximidade de superfícies frias</b>	25 %	18 %	18 %	25 %	34 %	18 %
<b>Frio causado por correntes de ar</b>	0 %	34 %	34 %	0 %	30 %	18 %



## 5. CONCLUSÕES

Os valores de PMV obtidos com o método de Fanger e aqueles com o voto da equipe cirúrgica apresentam uma mesma tendência, embora com algumas diferenças significativas. Estas diferenças estão relacionadas, principalmente, com a dificuldade em se determinar os valores de resistência da roupa e do nível de atividade.

Adicionalmente, deve-se considerar que o método de Fanger foi desenvolvido para condições em regime permanente e, embora as condições ambientais (temperaturas, velocidades e umidade do ar) em salas cirúrgicas sejam bastante estáveis, o nível de atividade e o metabolismo, principalmente do cirurgião, varia muito ao longo da cirurgia.

Verifica-se também que é praticamente impossível prover condições de conforto térmico para toda a equipe cirúrgica, principalmente devido a fatores pessoais, como o tipo de vestimenta e o nível de atividade, e de fatores locais, como o calor excessivo do foco cirúrgico.

Por se tratar do profissional mais importante da equipe cirúrgica, com maior grau de responsabilidade, é de fundamental importância prover melhores condições de conforto para o cirurgião. Para isso os membros da equipe cirúrgica como anestesistas e enfermeiros deveriam aumentar a resistência da térmica da vestimenta acrescentando mais roupas, caso sintam frio. Este fato é facilmente verificado com a aplicação do método de Fanger.

Finalmente, pode-se concluir que o método de Fanger constitui-se em ferramenta adequada e importante para a verificação de condições gerais de conforto térmico, notadamente para a tomada de decisões quanto a condições ambientais necessárias para que as atividades em salas cirúrgicas sejam desenvolvidas com o menor nível de desconforto possível.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHRAE (2005). "Handbook of Fundamentals". American Society of Heating, Ventilating and Air-Conditioning Engineers. Atlanta. USA.
- ASHRAE Standard 55 (2004). 'Thermal environmental conditions for human occupancy'. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- FANGER, P. O. (1972) "Thermal Comfort – Analysis And Applications in Environmental Engineering". McGraw-Hill Book Company. New York.
- FELIX, V. B.; PEREIRA, M. L.; MAXIMIANO, L. F.; OTOCH, J. P.; TRIBESS, A.(2005). The effect of surgical lights power on staff thermal discomfort conditions. In: "12<sup>th</sup> International Conference on Biomedical Engineering". Singapore.
- FELIX, V. B; PEREIRA, M. L; TRIBESS, A. (2006). Avaliação das condições de conforto térmico e desconforto local para diferentes sistemas de condicionamento de ar em um ambiente de utilizando manequim. In: "Anais do XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído". Florianópolis.
- HERMANS, R.D. 2000. "Health care facility design manual – Room design". ASHRAE Transactions 106: 162-167.
- ISO 7726 (1998). "Thermal environments – Instruments and methods for measuring physical quantities". International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO 7730 (1994). "Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort". International Standards Organization, Geneva. 54.
- MELHADO, M.A.; BEYER, P.O. (2004). Avaliação do conforto térmico em salas cirúrgicas. Congresso de Ar Condicionado, Refrigeração, Aquecimento e Ventilação do Mercosul. "Anais do MERCOFRIO 2004", Curitiba.

- MORA R., ENGLISH, M. J. M., ATHIENTIS A. K. (2001). Assessment of thermal comfort during surgical operations. "ASHRAE Transactions". 107 (1): pp 52-62.
- OLESEN, B.W.; BOVENZI, M (1985). Assessment of the indoor environment in a hospital.."Proceedings of Clima 1985", pp. 195-200. Copenhagen.
- PEREIRA, M. L.; TRIBESS, A. (2005). A review of air distribution patterns in surgery rooms under infection control focus. "Engenharia Térmica", vol 4, no.2 , 113-121. Curitiba.
- WYON, D.P., LIDWELL, O.M., WILLIANS, R.E.O.(1968). Thermal comfort during surgical operations. "Journal of Hygiene" 66: 229-248.

## **7. AGRADECIMENTOS**

Os autores Victor Barbosa Felix, Marcelo Luiz Pereira e Arlindo Tribess gostariam de agradecer ao CNPq pela concessão de bolsa de mestrado, doutorado e de pesquisa, respectivamente.