

AVALIAÇÃO DO CONFORTO E STRESS TÉRMICO EM UMA LAVANDERIA HOSPITALAR

João Batista Flesch

e-mail: jb flesch@sinos.net

Artigo elaborado a partir da dissertação de mestrado apresentada para obtenção do título de mestre em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Mecânica, em 29/04/2003.

Orientador: Paulo Otto Beyer

ABSTRACT

The present assignment intends to evaluate the hospital laundry from University Hospital in Porto Alegre, in terms of thermal comfort. The stages developed in this assignment were analysis of this industrial environment aiming to identify faulty points, proposals for improving this environment and evaluation of the thermal comfort, according to the in force rules.

That environment contains people who work beside calanders used to dry and iron hospital clothes. The working place presents several surfaces with high temperatures, which generates a very hot working station. Preliminary data point out that the place is thermally unhealthy, with the WBGT rates much higher than the limits established for this activity, according to the norm NR 15 Atividades e Operações Insalubres [1978].

Some of the changes were implemented and their results measured. Some people heat changes modeling are also done, under the methodology proposed by Fanger (PMV and PPD) and the two-node model (DISC and TSEN), to establish thermal comfort rates.

The comparison of the results shows that there was a significant improvement at the hospital laundry concerning the thermal comfort felt by those who work in this place. The new unhealthy thermal rate measured stayed within the tolerable according to the in force norm, which represents an important advance in the working conditions improvement at this working place.

Keywords: thermal comfort, unhealthy, WBGT

1. INTRODUÇÃO

À medida que a humanidade evolui, cresce a preocupação do homem com relação ao seu bem-estar e conforto. No conforto ambiental, estão inseridos o conforto térmico, visual, acústico e a qualidade do ar. Esse tema tem ligação direta com a Engenharia e com a Arquitetura, pois são estas que projetam e executam tais ambientes.

Um local de trabalho seja ele uma loja, uma fábrica ou uma lavanderia, deve ser sadio e confortável para as pessoas que nele permanecem. Essas pessoas devem encontrar nele um ambiente seguro e, ao mesmo tempo, satisfação para o trabalho.

Os estudos de conforto térmico visam estabelecer métodos de avaliação de um ambiente para que ele seja adequado às atividades desenvolvidas, tendo como princípios básicos a busca da satisfação térmica do homem, o aumento de sua produtividade e na conservação de energia (VERGARA, 2001).

Este trabalho foi realizado na lavanderia do Hospital Universitário de Porto Alegre, na área limpa, com a colaboração do Grupo de Engenharia e do Serviço de Processamento de Roupas deste hospital.

2. CONDIÇÕES TÉRMICAS DA LAVANDERIA DO HOSPITAL

2.1 Introdução

O levantamento das condições térmicas da lavanderia do hospital, área limpa, teve início em maio de 2001. É apresentado um estudo detalhado das condições térmicas do setor de Lavanderia do Hospital Universitário de Porto Alegre.

2.2 Problemas Encontrados

O estudo desse ambiente industrial teve como ponto de partida um conjunto de medidas de temperatura realizado por uma equipe do Setor de Segurança do Trabalho do hospital, em fevereiro de 2001. Esses dados apontam para um ambiente insalubre termicamente, com índices IBUTG muito acima do tolerado pela norma brasileira NR-15.

Este conjunto de medidas evidencia, ainda, que o local dentro da lavanderia que apresenta os maiores problemas é o próximo às calandras, mais especificamente na saída do processo, onde a roupa, já seca, é dobrada. Por isso, o estudo deste ambiente volta-se quase que por completo para esse local. A figura 1 apresenta uma foto térmica mostrando o manuseio de um lençol na saída de uma das calandras.

Medições realizadas em junho de 2001 detectaram temperaturas elevadas nos rolos das calandras. A tabela 1 apresenta os resultados encontrados para Calandra de número 01.

Tabela 1- Medições de temperatura nos rolos.

Temperatura (°C)	Rolo de entrada da Calandra	Rolo de Saída da Calandra
mínima	31 ± 0,62	26 ± 0,52
máxima	85 ± 1,7	145 ± 2,9
média	43 ± 0,86	116 ± 2,32

O rolo na entrada da máquina possui um sistema de blindagem, o que explica os valores menores de temperatura medidos.

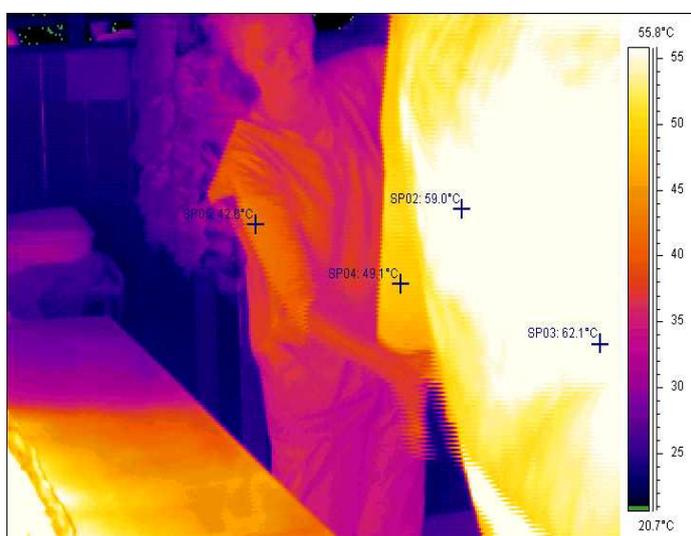


Figura 1- Manuseio de um lençol, lavanderia do hospital.

Outro problema encontrado diz respeito ao sistema de vapor da calandra. A entrada de vapor para a calandra está localizada na parte de baixo da mesma. As tubulações de vapor não se encontram totalmente isoladas termicamente. E mesmo nas partes onde existe isolamento essas apresentam falhas.

Nessa etapa do trabalho, foi realizada também uma avaliação do sistema de exaustão e ventilação existente na lavanderia. Uma exaustão eficiente é necessária para retirar do ambiente o vapor d'água produzido no processo industrial. O que foi constatado é que não existe nenhum tipo de exaustão específico para esse vapor, o que pode ser visto na figura 2. Por outro lado os dispositivos existentes não suportam a carga elevada de vapor produzido, o que eleva a umidade relativa do ar.



Figura 2- Calandra de secar e passar roupa, sem exaustor.

2.3 Análise do Conforto e Stress Térmico

Uma rotina computacional foi desenvolvida para realizar os cálculos dos parâmetros de conforto e stress térmico utilizando o ambiente de programação do software MATLAB 5.3.

Com base nas medições efetuadas em junho de 2001, na lavanderia do hospital, foi realizada uma análise do conforto e stress térmico das trabalhadoras na saída da calandra 02, segundo a metodologia proposta por FANGER e as normas ISO 7730 e ISO 7933. Os índices calculados para o conforto foram PMV, PPD, TSEN e DISC, os dois últimos do modelo de dois nós (GAGGE et al., 1986) Da mesma forma para o stress térmico, HSI e SW_{req} . A tabela 2 apresenta os valores calculados na lavanderia do hospital.

Tabela 2 - Índices de conforto e stress térmico.

Índices	Conforto térmico	Stress térmico
PMV	2,82	-----
PPD (%)	89,53	-----
TSEN	1,7	-----
DISC	2,74	-----
HSI (%)	-----	75,98
SW_{req} (min)	-----	337

3. PROPOSTAS DE MELHORIAS NA LAVANDERIA DO HOSPITAL

As propostas de melhorias na lavanderia do hospital foram encaminhadas, em novembro de 2001, ao grupo de engenharia de Engenharia do hospital para implantação. As principais propostas são descritas a seguir.

3.1 Sistema de Exaustão da Lavanderia

Para retirar do ambiente a enorme quantidade de vapor d'água liberada no processo de secagem, faz-se necessária a colocação de coifas de exaustão em cada calandra.

3.2 Blindagens

Para contornar o problema de pontos quentes na máquina, sugere-se que esses locais recebam blindagens que sejam opacas à radiação infravermelha.

A primeira idéia foi usar chapas metálicas de alumínio polido, que possuem baixos valores de absorção e emissão de radiação. Mas, por solicitação das próprias trabalhadoras, que segundo elas, é importante continuar visualizando o rolo, decidiu-se usar uma blindagem com policarbonato no rolo. Na parte de baixo da calandra o material utilizado como blindagem foi a madeira, figura 3.

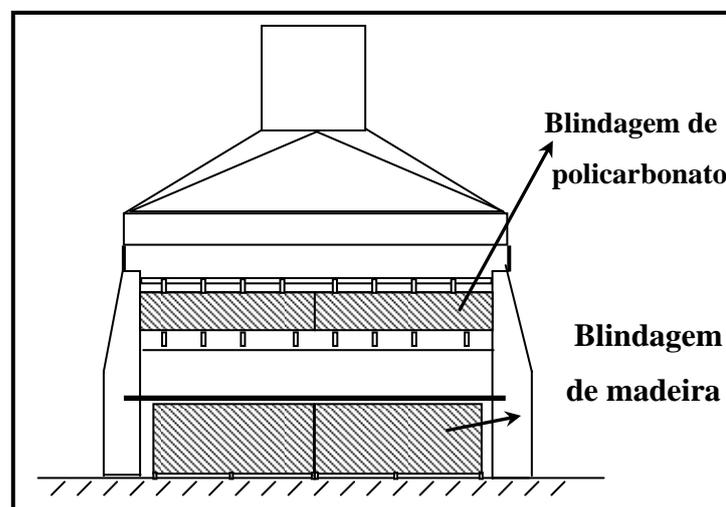


Figura 3 - Calandra com sistema de exaustão e blindagens.

4. NOVA AVALIAÇÃO DO CONFORTO E STRESS TÉRMICO

Com o intuito de avaliar as inovações introduzidas na lavanderia área limpa, foram realizados, no período de novembro de 2002 a janeiro de 2003, três dias de medições na saída da calandra. Com isso, foi possível calcular novos índices de conforto e stress térmico.

4.1 Conforto Térmico

A nova avaliação do conforto térmico leva em conta a evolução dos índices de conforto a partir de junho de 2002. A figura 4 apresenta dois gráficos, onde se comparam os índices PMV, TSEN e DISC e a temperatura interna (tbs) e externa da lavanderia.

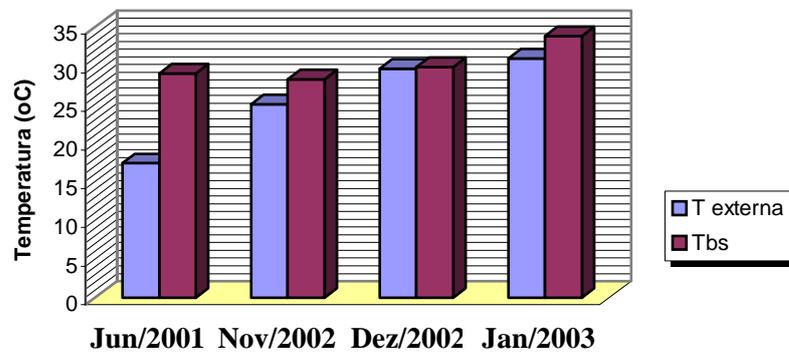


Figura 4a- Comparação entre a temperatura externa e a interna.

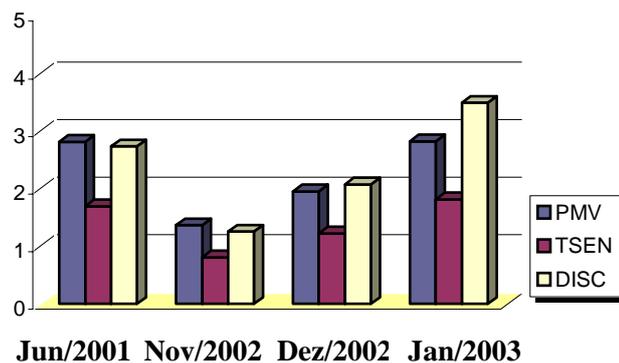


Figura 4b- Índices de conforto na lavanderia do hospital.

A tabela 3 apresenta o percentual de pessoas insatisfeitas com o ambiente nos meses analisados.

Tabela 3: Percentual de pessoas insatisfeitas com as condições do ambiente.

MESES/ANO	PPD (%)
Junho/2001	89,53
Novembro/2002	43,21
Dezembro/2002	73,29
Janeiro/2003	92,94

4.2 Análise do stress térmico

4.2.1 Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG)

A figura 5 apresenta em gráfico comparativo do índice de stress térmico por calor IBUTG, medido a partir de fevereiro de 2001. Essa figura compara também a temperatura externa da lavanderia com a interna, além de t_{bu_n} e t_g utilizadas no cálculo desse índice.

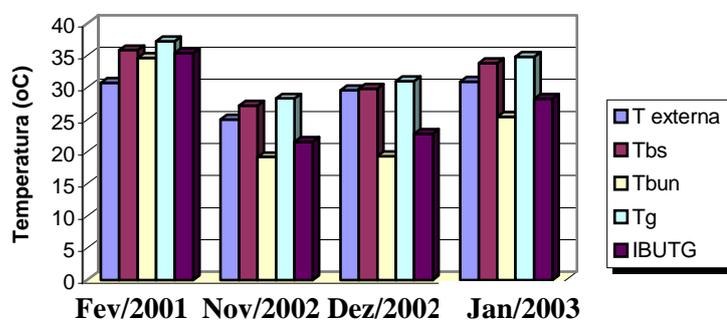


Figura 5- Índice IBUTG na lavanderia do hospital

4.2.2 Índice de stress térmico (HSI)

O índice de stress térmico (HSI) demonstra que o ambiente da lavanderia continua com problemas de stress por calor. O melhor índice medido foi em novembro de 2002. Esse valor, sendo menor que o verificado em junho, demonstra melhora nas condições de trabalho no ambiente. A figura 6 apresenta o HSI medido na lavanderia do hospital.

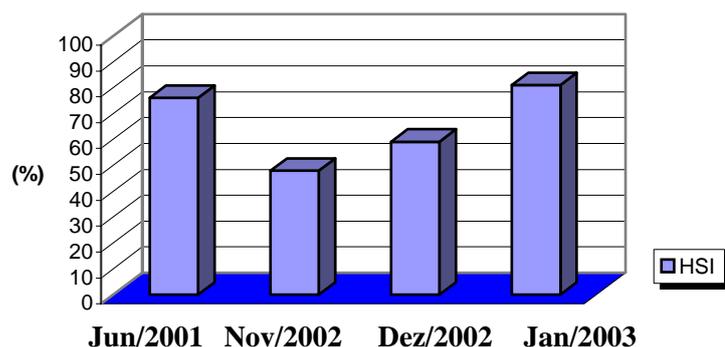


Figura 6 - Índice HSI na lavanderia do hospital

4.2.3 Taxa Requerida de Suor

A tabela 4 apresenta o limite máximo de tempo que uma pessoa pode ficar exposto na lavanderia do hospital, segundo o índice da taxa requerida de suor (SW_{req}). Esse índice foi calculado a partir dos dados de junho de 2001.

Tabela 4- Tempo máximo de exposição

Período de medição	DLE ₁ [min]				DLE ₂ [min]			
	Pessoa não aclimatada		Pessoa aclimatada		Pessoa não aclimatada		Pessoa aclimatada	
	Precaução	Perigo	Precaução	Perigo	Precaução	Perigo	Precaução	Perigo
Jun/2001	---	---	---	---	337	---	---	---
Nov/2002	---	---	---	---	---	---	---	---
Dez/2002	---	---	---	---	---	---	---	---
Jan/2003	---	---	---	---	440	---	---	---

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As melhorias realizadas na lavanderia deram bons resultados. As blindagens na calandra diminuíram a temperatura média radiante, calculada através da temperatura de globo. Por sua vez, o sistema de exaustão está conseguindo retirar o vapor d'água liberado no processo de secagem das roupas, verificado pelos valores das temperaturas de bulbo úmido.

Os indicadores de conforto térmico demonstram que as condições térmicas em janeiro de 2003 são muito semelhantes às verificadas em junho de 2001. No PMV de Fanger, por exemplo, a diferença ficou em 0,3% maior em janeiro. A maior diferença verificada nos índices de conforto nesses dois

meses ficou no desconforto térmico (DISC). Os valores calculados foram de 2,74 em junho e 3,5 em janeiro. Já para o percentual de pessoas insatisfeitas com as condições térmicas (PPD), houve uma redução desse índice em novembro e dezembro de 2002. O valor calculado ficou abaixo de 50% em novembro de 2002, o que é um bom resultado.

O índice IBUTG, que avalia se um ambiente é insalubre termicamente, apresentou um resultado muito satisfatório com as modificações ocorridas na lavanderia. Em todas as medidas realizadas para avaliar as novas condições de stress por calor, o índice ficou abaixo de 30 °C, limite esse estabelecido pela norma de tolerância à exposição ao calor. Mesmo em condições térmicas muito desfavoráveis, como as verificadas em janeiro de 2003, o limite não foi ultrapassado. Com isso a lavanderia hospitalar no Hospital Universitário deixa de ser um ambiente insalubre termicamente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT: NR15 Atividades e Operações Insalubres, Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1978.
- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., 2001. ASHRAE Handbook Fundamentals, Atlanta.
- ARAUJO, V.M.D., (1996). Parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares no litoral nordestino brasileiro. São Paulo, Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.
- FANGER, P.O., (1970). Thermal Comfort, analysis and applications in environmental engineering, McGraw-Hill Book.
- FLESCH, J.B e BEYER, P.O, (2002). Avaliação do conforto térmico em uma lavanderia hospitalar. In: MERCOFRIO 2002 - CONGRESSO DE AR CONDICIONADO, REFRIGERAÇÃO, AQUECIMENTO E VENTILAÇÃO DO MERCOSUL, Florianópolis.
- GAGGE, A.P., STOLWIJK, J. e NISHI, Y. (1971). An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response. ASHRAE Transaction 77(1): 247-62.
- GAGGE, A.P., FOBELETS, A.P. e BERGLUND, L.G, (1986). A standard predictive index of human response to the thermal environment. ASHRAE Transaction 92(2B).
- ISO (1984). Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort, ISO Standard 7730.
- ISO (1989). Ambientes quentes – Determinação analítica e interpretação do stress térmico, utilizando o cálculo da taxa requerida de suor. ISO Standard 7933.
- VERGARA, L.G.L., (2001). Análise das condições de conforto térmico de trabalhadores da unidade de terapia intensiva do hospital universitário de Florianópolis, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.