

Prática do Judô – Estudo sobre Conforto Ambiental

José de Fátima Juvêncio ⁽¹⁾

Mônica Coutinho Nogueira Telles ⁽²⁾

Saray Giovana dos Santos ⁽³⁾

^(1,2,3) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UFSC

⁽¹⁾ Departamento de Educação Física – CCB / UFV - josefati@eps.ufsc.br

⁽³⁾ Departamento de Educação Física – NuPAF / CDS / UFSC - saray@cds.ufsc.br

Introdução

As condições do ambiente influenciam diretamente no desempenho de tarefas e de atividades do ser humano, sejam elas de trabalho, lúdicas, de dança ou esportivas. A especificação de um ambiente em termos térmico, luminoso e acústico e sua tolerância depende das atividades a serem desenvolvidas, bem como do julgamento que as pessoas fazem do ambiente em relação à sensação de conforto ou de desconforto que é sentida.

Para ambientes esportivos, estes elementos devem atender aos atletas, aos índices mínimos devem ser agregados valores referentes à sensação individual e coletiva dos mesmos, uma vez que tais fatores poderão interferir, em maior ou menor magnitude, no desempenho atlético.

Na esfera laboral o estudo dessas condições adequadas de trabalho visam à preservação da saúde e a integridade dos seres humanos trabalhadores nos seus diferentes postos de trabalho. Para Xavier & Lamberts (1999) estudos de conforto térmico visam analisar e estabelecer as condições necessárias para a avaliação e concepção de um ambiente térmico adequado às atividades e ocupação humana. Com referência ao conforto visual (lumínico) percebe-se que uma iluminação inadequada pode causar desconforto e fadiga visual, dor de cabeça, ofuscamento, redução da eficiência visual ou mesmo acidentes.

Partindo do pressuposto que exercícios físicos e ou modalidades esportivas são afetadas pelas condições do ambiente esta pesquisa consistiu numa avaliação quanti-qualitativa das condições de conforto, baseado em critérios nacional e internacionalmente aceitos, descritos pelas normas da *International Standard Organization* (ISO), como segue:

- ISO 7726 – *Thermal Environments, instruments and methods for measuring physical quantities*;
- ISO 7730 – *Moderate Thermal Environments, determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*; as normas brasileiras:
- NBR 10.151 – *Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade* ;
- NB 57 – *Iluminância de interiores*.

Desta forma, para este estudo, de maneira geral objetivou-se, analisar as condições de conforto ambientais de uma sala utilizada para a prática de judô, situada no Centro de Desportos, da Universidade Federal de Santa Catarina. Mais especificamente objetivou-se verificar as condições de conforto térmico, conforto visual e conforto acústico dos praticantes de judô na referida sala.

Materiais e Métodos

Este estudo do cunho descritivo do tipo exploratório de campo, foi realizado em dois momentos. No primeiro foram realizadas as medições da sala com as seguintes especificações: dimensões de: 10,50 x 9,90 m; paredes de alvenaria rebocada e pintada com tinta acrílica nas cores branca e creme; teto com forro de PVC, de placas retangulares, de vários tamanhos, na cor branca; iluminação = 3 fileiras de 3 conjuntos de luminárias do tipo aberta, com 2 lâmpadas de 40 W (fluorescentes); pisos de tacos de madeira abaixo de um estrado, também de madeira, que por sua vez agrega sobre si os colchões próprios para a prática do judô (tatames); e os tatames são cobertos por uma lona, de cor amarela. As janelas, em número de seis (6), são do tipo semi-abertas e medem 1,74 x 1,80 m; e a porta de acesso, de madeira conglomerada, tem as dimensões de 2,30 x 1,10 m.

Além destas características, a sala possui um armário de madeira, nas dimensões de 1,80 x 1,10 m, com duas portas que se fecham pelo meio; um outro armário, também de madeira, nas dimensões de 2,00 x 1,70 m, aberto, sem portas, do tipo “escaninho”; um banco de madeira, do tipo sueco, nas dimensões 4,00 x 0,40 x 0,35 m.

No segundo momento foi verificar a sensação térmica de 14 atletas, com média de idade de $21 \pm 3,4$ anos, que estavam treinando no dia da coleta de dados (amostra casual), mediante um questionário que visava levantar o percentual de pessoas insatisfeitas (PPD) através do PMV calculado.

Para medições sobre conforto térmico foi realizada, primeiramente uma determinação dos pontos a serem medidos, seguindo protocolo desenvolvido por BOGO (1996). Este protocolo consistiu em se traçar uma grade sobre a

planta baixa da área, perfazendo um total de 16 (dezesseis) pontos, onde foram realizadas as medições das grandezas necessárias para a estimativa do PMV (voto médio estimado). Este procedimento sugerido é necessário para que se possa realizar medições no ponto mais representativo da sala, uma vez que a atividade do judô ocorre em toda a extensão desta sala. Foram utilizados os seguintes instrumentos:

- termômetro de globo, fixado por uma braçadeira universal, conforme ISO 7726, escala em 0,1 °C ;
- psicômetro, leitura em filamento de mercúrio para bulbo seco e bulbo úmido, com ventilação forçada, escala em 0,1 °C ;
- termoanemômetro digital, marca ALNOR, modelo COMPU-FLOW, escala em 0,1 °C e 0,1 m/s ;
- questionário.

Para as medidas referentes ao conforto visual ou lumínico, utilizou-se às recomendações da NB – 57, que fixa os valores de iluminância médias mínimas em serviço para iluminação em interiores. Foram medidas as quantidades de luz nos pontos em que os praticantes executam suas atividades. De acordo com essa norma brasileira o ambiente se enquadra no item 5.3.15 – Esportes (salão para) – locais recreativos e de treinamento, com iluminância de 150, 200 e 300 lux. Foi adotado valor de 200 lux, (conforme Tabela 2, da NB-57, p. 2), onde a seleção leva em consideração os fatores de idade, velocidade e precisão, e refletância do fundo. Nesse sentido, ainda pode-se acrescentar, que a tarefa realizada não exige precisão, onde a percepção é mais cinestésica que visual. As medições foram realizadas seguindo os seguintes passos:

- determinação dos pontos a serem medidos, seguindo procedimento dos itens 3.3, 3.4 e 4 da NBR 5382/85 acrescido da marcação de uma “malha” de pontos entrecruzados, de 0,50 x 0,50 m, em toda a área ;
- utilização do instrumento luxímetro, marca LUTRON, modelo LX – 107, com escala de 0 a 100.000 lux, com resolução de 1 até 1990 lux, 10 até 19.900 lux, e 100 até 100.000 lux ;
- após a estabilização da fotocélula (± 10 minutos), a mesma foi colocada sobre uma mesa para atender a altura de 0,80 m, recomendado pela NB-57, e realizaram-se as medições no centro dos pontos demarcados, seguindo a “malha”.

Para medições referentes às condições de ruído foram seguidas as recomendações da NBR-10.152 (Tabela 1 – Valores db (A)) e NC para pavilhões fechados para atividades esportivas, onde a sala de judô deveria apresentar, respectivamente, 45 ~ 60 e 40 ~ 45. Para tanto foram seguidos os seguintes procedimentos:

- utilização do medidor de nível sonoro integrado Tipo 2230, com calibrador Tipo 4230 e filtro de oitava Tipo 1625, da marca Bruel & Kjøer ;
- calibração previa do instrumento e posterior configuração, ou seja, integração na posição “slow”, valor em RMS, escala de compensação “A” ;
- as medições foram efetuadas no centro da sala, com o medidor de NPS (nível de pressão sonora) a uma altura do solo de 1,20 m (conforme norma), no período de 18:00 horas às 20:00 horas, sendo que as durações dessas medições foram de um (1) minuto, em intervalos de dez (10) minutos cada, anotando-se os valores máximos e mínimos, e com as portas e janelas abertas ;

Para a verificação de percentual de pessoas insatisfeitas (PPD) e estimar o PMV utilizou-se um questionário adaptado por Xavier & Lamberts (1999) conforme prescrição da ISO 7730. O referido questionário fornece informações sobre o tipo de vestimenta (clo), essencial para estas estimativas.

Os dados foram tratados mediante a estatística descritiva em termos de frequência simples, média e desvio padrão.

Estudo Piloto

Para referenciar melhor a pesquisa foi realizado, de forma prévia, um estudo piloto visando à familiarização com os instrumentos e sua calibração, detecção de possíveis defeitos no equipamento ou erro nas medições segundo as escalas adotadas, bem como para a verificação da condição do ambiente para a utilização dos equipamentos adequados.

Para a verificação da condição do ambiente, foram realizadas medições com o termômetro de globo nas seguintes alturas, segundo procedimentos recomendados pela ISO 7726:

altura de 0,10 m \Rightarrow 21,9 °C ;

altura de 0,60 m \Rightarrow 21,9 °C ;

altura de 1,10 m \Rightarrow 21,8 °C ;

altura de 1,70 m \Rightarrow 22,2 °C, cujos resultados:

$\bar{x} = 21,95$ °C, $sd = 0,17$ e $cv = 0,77\%$, permitem afirmar que o ambiente é **homogêneo**, permitindo a realização das medições sem necessidade de ajustes.

Resultados e Discussão

Quanto às medições referentes ao conforto térmico, o Quadro 1 exibe as mensurações realizadas sobre temperatura de globo (t_g), velocidade do ar (v_a), temperatura do ar (t_a) e umidade relativa do ar (UR), nos pontos da grade criada.

Quadro 1 – Valores medidos nos pontos traçados.

| PONTOS | t_g °C | v_a m/s | t_a °C | UR % |
|-----------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| 01 | 22.8 | 0.02 | 24.4 | 60 |
| 02 | 22.8 | 0,03 | 24.4 | 65 |
| 03 | 23.0 | 0.03 | 24.0 | 70 |
| 04 | 23.0 | 0.11 | 23.6 | 70 |
| 05 | 22.8 | 0.02 | 24.2 | 65 |
| 06 | 22.8 | 0.03 | 24.2 | 70 |
| 07 | 22.8 | 0.03 | 24.2 | 65 |
| 08 | 23.0 | 0.09 | 23.8 | 70 |
| 09 | 22.8 | 0.09 | 24.2 | 70 |
| 10 | 22.8 | 0.09 | 23.6 | 70 |
| 11 | 23.2 | 0.11 | 23.2 | 70 |
| 12 | 23.2 | 0.20 | 23.0 | 70 |
| 13 | 23.4 | 0.21 | 23.2 | 70 |
| 14 | 23.4 | 0.20 | 23.6 | 70 |
| 15 | 23.2 | 0.21 | 23.6 | 70 |
| 16 | 23.8 | 0.19 | 23.0 | 70 |
| \bar{X} | 23.05 | 0.104 | 23.8 | 68.4 |
| sd | 0.30 | 0.07 | 0.49 | 3.01 |

Com base na média (\bar{X}) e desvio-padrão (sd), exibidos no Quadro 1, o ponto **08** foi selecionado como o ponto mais representativo da sala. Assim este foi o ponto referencial para as medições sobre conforto térmico, com intervalo de trinta (30) minutos entre uma medição e outra, conforme Quadro 2.

Quadro 2– Valores medidos no ponto 08 para t_g , t_{bu} , t_{bs} , t_a e v_a .

| | 18:30 | 19:00 | 19:30 | 20:00 | \bar{X} | sd |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------------|------|
| t_g (°C) | 22.8 | 23.4 | 23.8 | 23.4 | 23.4 | 0.4 |
| t_{bu} (°C) | 17.8 | 19.0 | 20.0 | 19.0 | 19.0 | 0.9 |
| t_{bs} (°C) | 21.8 | 23.0 | 23.4 | 22.0 | 22.6 | 0.8 |
| t_a (°C) | 23.2 | 24.4 | 24.8 | 24.4 | 24.2 | 0.7 |
| v_a (m/s) | 0.08 | 0.09 | 0.07 | 0.04 | 0.07 | 0.02 |

Utilizando os dados coletados, conforme demonstra o Quadro 2, realizou-se o cálculo necessário para estimativa do PMV (de acordo com a norma ISO 7730), na seguinte ordem:

-cálculo da temperatura radiante média (t_{rm})

1º) Verificação do tipo de convecção

$$h_{cg} \text{ normal} = 1,4 \left(|t_a - t_g| / 0,15 \right)^{0,25}$$

$$h_{cg} \text{ normal} = 1,4 \left(|24,2 - 23,4| / 0,15 \right)^{0,25}$$

$$h_{cg} \text{ normal} = \mathbf{2,13 \text{ W/m}^2}$$

$$h_{cg} \text{ forçada} = 6,3 \left(v_a^{0,6} \right) / D^{0,4}$$

$$h_{cg} \text{ forçada} = 6,3 \left(0,07^{0,6} \right) / 0,15^{0,4}$$

$$h_{cg} \text{ forçada} = \mathbf{2,73 \text{ W/m}^2}$$

2º) Usando a convecção forçada para o cálculo da temperatura radiante média

$$t_{rm} = \left[(t_g + 273)^4 + 2,5 \cdot 10^8 \cdot v_a^{0,6} \cdot (t_g - t_a)^{1/4} - 273 \right]$$

$$t_{rm} = \left[(23,4 + 273)^4 + 2,5 \cdot 10^8 \cdot 0,07^{0,6} \cdot (23,4 - 24,2)^{1/4} - 273 \right]$$

$$t_{rm} = \mathbf{23,0 \text{ °C}}$$

- cálculo da temperatura operativa (t_o)

$$t_o = A \cdot t_a + (1 - A) t_{rm}$$

$$t_o = 0,5 \cdot 2,42 + (1 - 0,5) \cdot 23,0$$

$$t_o = \mathbf{23,6 \text{ °C}}$$

- cálculo da velocidade relativa do ar (v_{ar})

$$v_{ar} = v_a + 0,0052 (M - 58)$$

$$v_{ar} = 0,07 + 0,0052 (232 - 58)$$

$$v_{ar} = \mathbf{0,97 \text{ m/s}}$$

- cálculo do PMV (segundo a tabela da ISO 7730, anexo C, nível de atividade 232 W/m²)

$$1 \text{ met} = 58,2 \text{ W/m}^2$$

$$1 \text{ W/m}^2 = 1,53 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Judô} = 13 \text{ kcal/min} \cong 780 \text{ kcal/h}$$

$$1 \text{ W/m}^2 = 1,53 \text{ kcal/h}$$

$$x = 780 \text{ kcal/h} \Rightarrow x = 509,8 \text{ W/m}^2$$

De acordo com ISO 9920 (Tabela A.1, anexo A), para os diferentes valores de clo foram encontrados os seguintes valores de PMV:

$$\text{clo} = 1,10 \quad \text{PMV} = 2,03$$

$$\text{clo} = 0,91 \quad \text{PMV} = 2,07$$

$$\text{clo} = 0,98 \quad \text{PMV} = 2,07$$

$$\text{clo} = 1,00 \quad \text{PMV} = 2,03$$

Para o cálculo do PPD (porcentagem de pessoas em desconforto térmico), segundo ISO 7730, para cada um dos valores de PMV encontrados:

$$\text{PPD} = 100 - 95 \cdot e^{-[0,03353 \cdot \text{PMV}^4 + 0,2179 \cdot \text{PMV}^2]}$$

$$\text{PMV } 2,03 \Rightarrow \text{PPD} = 78,68\%$$

$$\text{PMV } 2,07 \Rightarrow \text{PPD} = 79,64\%$$

Ou seja,

$$\text{para } \text{clo} = 1,10 \Rightarrow \text{PMV} = 2,03 \Rightarrow \text{PPD} = 78,68\% ;$$

$$\text{clo} = 0,91 \Rightarrow \text{PMV} = 2,07 \Rightarrow \text{PPD} = 79,64\% ;$$

$$\text{clo} = 0,98 \Rightarrow \text{PMV} = 2,07 \Rightarrow \text{PPD} = 79,64\% ;$$

$$\text{clo} = 1,00 \Rightarrow \text{PMV} = 2,03 \Rightarrow \text{PPD} = 78,68\%.$$

Mediante os resultados obtidos para o PPD, observa-se que para os atletas participantes deste estudo, a vestimenta representada pelos vários valores (clo) encontrados, existe um desconforto para a maioria destes (79,64%). Muito embora, não se tenha encontrado na literatura pesquisada, estudos que apresentem conforto térmico de praticantes de judô em relação à vestimenta em outros países com climas diferentes, supõe-se que o tipo de tecido utilizado para a confecção dos kimonos é uma variável decisiva para o desconforto sentido pelos sujeitos deste estudo.

Utilizando-se a ISO 7730, quanto aos limites aceitáveis em termos de conforto térmico, de acordo com o Quadro 3, pode-se colocar que todas as medidas realizadas na sala do Judô estão dentro das variações máximas permitidas.

Quadro 3 – Análise das incertezas

| VARIAVEIS MENSURADAS | VARIAÇÕES PERMITIDAS | FAIXA |
|---|----------------------|--------------------------------|
| Velocidade do Ar = 0,07 m/s | 0,05 m/s | 0,02 a 0,12 m/s |
| Metabolismo (8,4 MET , 509 W/m ²) | 10% | 458,1 a 559,9 W/m ² |
| Temperatura do Ar = 24,2 °C | 0,5 °C | 23,7 a 24,7 °C |
| Temperatura Radiante Média = 23,0 °C | 2 °C | 21,0 a 25,0 °C |

No que concerne ao conforto lumínico, após as medições realizadas conforme descrita na metodologia, encontrou-se uma iluminância média de 203,5 lux, valor este que conforme a norma NB 57, encontra-se dentro dos limites estimados para o local e respectiva atividade.

Mesmo que a iluminância da sala de judô esteja de acordo com a norma, no que se refere a conforto visual, deve-se salientar que a atividade desenvolvida (Judô) não exige velocidade e precisão visual e sim velocidade e precisão cinestésica.

Quanto ao conforto acústico (seguidas as recomendações NBR-10.152) foram realizados os seguintes cálculos:

- cálculo do L_{eq}

$$L_{eq} = 10 \log \left\{ \frac{1}{T} \left[\sum t_i \cdot 10^{\frac{NPS(i)}{10}} \right] \right\}$$

$$L_{eq} = 10 \log \left\{ \frac{1}{13} \left[(10)^{\frac{67,3}{10}} + (10)^{\frac{67,5}{10}} + (10)^{\frac{68,9}{10}} + (10)^{\frac{77,7}{10}} + (10)^{\frac{73,0}{10}} + (10)^{\frac{79,9}{10}} + (10)^{\frac{78,1}{10}} + (10)^{\frac{78,9}{10}} + (10)^{\frac{79,3}{10}} + (10)^{\frac{75,9}{10}} + (10)^{\frac{70,5}{10}} + (10)^{\frac{66,8}{10}} + (10)^{\frac{63,2}{10}} \right] \right\}$$

$$L_{eq} = \mathbf{75,72 \text{ dB (A)}}$$

- correções do L_{eq} para ruído do nível flutuante, como se segue:

$$L_c = L_{eq} + 5$$

$$L_c = \mathbf{80,72 \text{ dB (A)}}$$

- correção devida a localização da medição, quando as janelas estiverem fechadas:

$$L_{eq1} = L_c - 15$$

$$L_{eq1} = \mathbf{65,72 \text{ dB (A)}}$$

- correção do L_c devido ao horário medido (período da noite) :

$$L_{eq2} = L_{eq1} - 5$$

$$L_{eq2} = \mathbf{60,72 \text{ dB (A)}}$$

- correção do zoneamento (área residencial urbana) :

$$L_{eq3} = L_{eq2} + 10$$

$$L_{eq3} = \mathbf{70,72 \text{ dB (A)}}$$

- o quadro 4 mostra as medições realizadas e necessárias para o cálculo do nível de pressão sonora equivalente (L_{eq})

Quadro 4 – Medidas realizadas para o cálculo do L_{eq}

| HORARIO | MINIMO | MAXIMO | MEDIA | SD |
|---------|--------|--------|-------|-----|
| 18:00 | 63.4 | 72.0 | 67.3 | 2.8 |
| 18:10 | 64.2 | 71.9 | 67.5 | 2.9 |
| 18:20 | 64.3 | 74.5 | 68.9 | 3.8 |
| 18:30 | 74.3 | 80.8 | 77.7 | 2.8 |
| 18:40 | 69.4 | 81.0 | 73.0 | 4.3 |
| 18:50 | 76.5 | 84.0 | 79.9 | 2.8 |
| 19:00 | 72.4 | 82.4 | 78.1 | 3.6 |
| 19:10 | 74.3 | 84.1 | 78.9 | 3.4 |
| 19:20 | 74.0 | 84.2 | 79.3 | 3.4 |
| 19:30 | 70.1 | 81.3 | 75.9 | 4.2 |
| 19:40 | 67.5 | 73.1 | 70.5 | 2.0 |
| 19:50 | 60.2 | 71.4 | 66.8 | 4.2 |
| 20:00 | 60.2 | 65.4 | 63.2 | 1.8 |

De acordo com o Quadro 4, verifica-se que todos os valores médios encontrados na sala de Judô (exceto no horário de 20:00 horas) estão acima do valor permitido pela norma (65 dB(A)). Justificam-se estes resultados em função das características da prática, (ukemis – quedas; kiai – gritos; comando do sensei – professor) além dos ruídos extra prática.

Vale ressaltar que muito embora os valores estejam a cima dos permitidos, estes não são contínuos e conseqüentemente não prejudiciais à saúde em função do período de recuperação.

Conclusões

Com base nos resultados obtidos e nos dados coletados neste estudo pode-se concluir que:

- dentre as seis (6) variáveis que influenciam no conforto térmico (1-atividade desempenhada, 2- isolamento térmico das roupas, 3-temperatura do ar, 4-temperatura radiante média, 5-velocidade do ar, e 6-pressão parcial do vapor de água no ar ambiente) encontrou-se, em função das características da modalidade esportiva judô, que apenas duas variáveis não propiciam conforto térmico. Estas variáveis, também designadas pessoais, são a atividade desempenhada e o isolamento térmico das roupas ;
- a iluminância média encontrada (203,5 lux) está dentro da faixa especificada pela norma para o local, não causando desconforto visual para os praticantes;
- o ruído causado pela atividade prática de judô está acima do nível máximo aceitável, porém deve-se considerar, também, que este tipo de atividade é realizada apenas três vezes por semana, não sendo,

assim, intermitente. A duração dos treinos práticos dura, em média, duas (2) horas, com variações de ruído de fundo (conversas, carros passando na rua, outros) e alternância de sons emitidos pelos praticantes e pelo som de seus corpos quando “projetados” pelas técnicas do esporte. Tais ruídos somados não representam danos ao ouvido humano, uma vez que o tempo de exposição é muito curto e o período de recuperação é bem maior que o necessário.

Referências Bibliográficas

- ABNT, NB -57** (1991). *Iluminância de Interiores*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT, NBR 10.151** (1990). *Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Bogo, A.J.** (1996). *Análise do desempenho térmico e verificação do potencial de uso da iluminação natural para edificações escolares*. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- ISO 7726** (1985). *Thermal Environments, Instruments and Methods for Measuring Physical Quantities*.
- ISO 7730** (1994). *Moderate Thermal Environments, Determination of the PMV and PPD indices and specifications for thermal comfort*.
- Xavier, A. A. de P., Lamberts, R.** (1999). *Conforto e stress térmico*. Apostila para o curso de pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina.

Referência bibliográfica do presente artigo:

JUVÊNCIO, J. F.; SANTOS, S. G.; TELLES, M. C. N. Prática do judô - estudo sobre conforto ambiental In. 8º CONGRESSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E CIÊNCIAS DO DESPORTO DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 2000, Lisboa Livro de Resumos, 2000.