

VERIFICAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO: O CASO DOS TRABALHADORES DE UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO

Profa. Dra. Esmeralda Paranhos dos Santos – Departamento de Tecnologia Rural Campus III, UFPB, Centro. Bananeiras- PB. CEP 58220-000

Jaucele Alves de Azeredo Aluna Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Campus I, UFPB, Cidade Universitária, João Pessoa - PB.

Prof. Dr. Antonio Souto Coutinho. UFPB/CT/DEP. Campus I, UFPB, Cidade Universitária, João Pessoa - PB.

Resumo.

O conforto térmico nos ambientes de trabalho tem sido uma preocupação constante, por perceber-se que o trabalho em locais insalubres além de provocar sérios problemas à saúde do indivíduo também afeta diretamente sua produtividade. O presente trabalho teve como objetivo verificar as condições de conforto térmico de trabalhadores de uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN). O trabalho foi desenvolvido entre março e abril de 2002, na sala de processamento da UAN, localizada no Campus I da Universidade Federal da Paraíba. Os dados referentes aos parâmetros ambientais foram coletados utilizando-se um conjunto de IBUTG. As condições ambientais da UAN foram obtidas pela aplicação da NR 15 e de acordo com a ISO 7730(1994). Nas condições nas quais o presente trabalho foi realizado, podemos concluir que: percentual de insatisfeitos obtido pela aplicação da ISO 7730/94 é superior ao recomendado; o percentual de insatisfeitos obtido das respostas dos questionários é superior ao recomendado; quando aplicada a legislação vigente, a NR 15, as condições de conforto térmico do ambiente estudado são satisfatórias; o ambiente de trabalho encontrado na UAN estudada não oferece conforto térmico adequado e, a NR 15 parece não ser suficiente para determinar as condições de conforto térmico do ambiente estudado.

Palavras-chave: conforto térmico, unidade de alimentação e nutrição, processamento de alimentos.

1-INTRODUÇÃO.

A exemplo de todos os corpos existentes, o corpo humano também obedece aos princípios básicos da termodinâmica, e, interage termicamente com o ambiente. As condições de conforto térmico de um ambiente podem refletir de forma positiva ou negativa na produtividade de um indivíduo. Existem vários índices para medir as condições de conforto térmico, de insalubridade de um ambiente, e, proporcional a essa variedade também é a polêmica de sua aceitação de forma generalizada. Por isto o presente trabalho aplica alguns destes índices ao ambiente de sala de aula de um grupo de alunos do ensino técnico em atividades em recintos fechados, e às condições de trabalho em uma Unidade de Alimentação e Nutrição, buscando subsídios para complementar esses índices. Para a manutenção da qualidade de alimentos são necessários processos térmicos para manipulação, armazenamento ou processamento. O calor é indispensável em processos de pasteurização, cocção e na higienização de equipamentos, utensílios e ambientes, estabelecendo-se assim interações termodinâmicas entre o ambiente e as pessoas, já que dos equipamentos emanam fluxos de energia que são transferidos para o ambiente. Um dos problemas que mais afeta a conservação

dos alimentos é a quantidade de água presente no mesmo, e quando associada à temperatura ideal de desenvolvimento de microrganismos, sua gravidade é ainda maior.

2-OBJETIVOS.

Analisar o desempenho de alguns dos principais índices de avaliação de conforto e sobrecarga térmica do homem, em ambientes moderados e quentes.

3-REVISÃO BIBLIOGRAFICA.

Um motor de combustão interna consome um combustível C_nH_m , libera CO_2 , H_2O e energia, e realiza trabalho. Tem uma eficiência térmica η dada pela relação T/Q onde T é o trabalho realizado e Q é a energia absorvida, e um sistema de controle para manter constante a temperatura de funcionamento. Analogamente, o corpo humano pode ser visto como uma máquina térmica, por ter capacidade de executar todas estas tarefas, e, como é um ser homeotérmico, tem sua temperatura ótima em torno de $37^\circ C$. Vários pesquisadores (Ivanov, 1999; Fiala, Lomas & Stather, 1999, Yigit, 1998), têm procurado um modelo matemático que represente o sistema termorregulatório do corpo humano, e possibilite a descrição do balanço térmico e simulação de respostas do organismo à exposição a condições climáticas diversas. A temperatura, a velocidade e a umidade do ar, assim como a radiação térmica, são parâmetros de condições de contorno na ação de decidir um modelo termorregulatório do corpo humano, que matematicamente pode ser dividido em dois sistemas: o passivo, que é simulado por meio de modelos de resposta regulatória, isto é, tremor e transpiração; e o sistema ativo que é modelado pela simulação de fenômenos físicos e de transferência de energia entre seu interior e sua superfície (Fiala, Lomas & Stather, 1999). Segundo Ruas (1996) a expressão matemática do balanço térmico do corpo humano representa uma solução que combina racionalidade e empirismo, quando descreve trocas térmicas com o ambiente: as trocas de energia na forma sensível e latente são calculadas pela teoria fundamental de transferência de energia e os coeficientes de troca de energia são calculados por expressões empíricas.

Segundo Ferreira and Yanagihara (1999), o corpo humano pode ser considerado um cilindro composto por camadas concêntricas de diferentes tecidos: a pele, que é o tecido que está em contato direto com o ambiente: a gordura, que serve entre outras tarefas como isolante térmico do cilindro; a camada de músculos; e o núcleo do corpo que compreende o esqueleto, todos os órgãos e o tecido conjuntivo. A Equação (1) representa a produção interna de energia do corpo humano, que é apresentada como sendo a taxa metabólica M menos a potencia mecânica útil T , e compensado pelas trocas de energia ao nível das vias respiratórias por convecção C_{res} e evaporação E_{res} , como também pela energia trocada ao nível da pele por condução K , convecção C , radiação R e evaporação E , e eventualmente pelo chamado estoque de energia S , que se acumularia dentro do corpo ou dele se esvairia, não fosse a atuação do sistema termorregulatório. As parcelas componentes do citado balanço, são dadas em W/m^2 .

$$M - T = C_{res} + E_{res} + K + C + R + E + S, \quad (1)$$

A grande dificuldade de estabelecer os limites do conforto térmico reside no fato de ser bastante difícil quantificar a “condição da mente” que expressaria esse conforto, e por isso no século passado, foram criados vários índices de avaliação de conforto e sobrecarga térmica do homem, que tentaram quantificar o conforto térmico, como o Voto Médio Predito (PMV) e o Percentual de Pessoas Insatisfeitas (PPD), a Temperatura Efetiva (TE), o Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG), a taxa requerida de suor (SW) e o Índice de Sobrecarga Térmica (HSI). Uma forma de quantificar a neutralidade térmica que foi proposta por Fanger em 1970, e é largamente utilizada, foi a de assumir que esta era controlada por

aspectos fisiológicos mensuráveis, sendo então possível a partir daí, a dedução de uma equação geral de conforto baseada na neutralidade térmica. Para que o indivíduo esteja em condições térmicas adequadas é necessário que os seguintes parâmetros sejam respeitados:

- 1- O organismo deve estar em neutralidade térmica.

Reescrevendo-se a Eq 1, tem-se a Eq. 2, ou seja, o conteúdo de energia do corpo deve ser igual à soma algébrica das perdas de energia para o ambiente.

$$[M - T - (C_{RES} + E_{RES}) - (E)] = C + R, \quad (2)$$

- 2- A perda de água ou *sudorese* deve obedecer à Eq. 3:

$$E = 0,42(M - 58,15), \quad (3)$$

- 3- A pele deve ter a temperatura dada pela Eq. 4:

$$t_p = 35,7 - 0,0275M, \quad (4)$$

O indivíduo não deve estar sujeito a nenhum tipo de desconforto térmico localizado como correntes de ar ou radiação proveniente de superfícies quentes ou frias, ou seja, o indivíduo estará em condições de conforto térmico quando não experimentar qualquer interferência da temperatura ambiente, que provoque algum tipo de irritação que possa vir a distraí-lo de suas atividades. No entanto, sabe-se que não é fácil obter uma definição do conforto térmico de um ambiente, uma vez que a sensação de conforto também depende de fatores subjetivos, intrínsecos a cada indivíduo e que diferem de pessoa para pessoa, tendo sido o grande mérito do modelo de Fanger (1970) incorporar todas as variáveis climáticas, além da atividade física e da resistência térmica da roupa. Todavia, tendo sido elaborado com pessoas da Dinamarca, Estados Unidos e Canadá, o método causa dúvidas a estudiosos das regiões tropicais (Kampmann, Kalkousky e Piakaski, 2000), razão por que se torna importante comparar as várias realidades através de estudos de caso.

Os índices Predicted Mean Vote (PMV) ou Voto Médio Predito e Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) ou Percentual de Insatisfeitos Predito, são apresentados na norma ISO 7730/94. Estes foram elaborados segundo os princípios de conforto térmico desenvolvidos pela teoria de Fanger (1970), que partia do princípio que a equação geral de conforto avalia só as condições de conforto ótimo, mas não quantifica os desvios provocados pelo calor ou pelo frio. Fanger realizou pesquisas em laboratórios dos Estados Unidos e na Dinamarca, com cerca de 1400 pessoas de sexos e idade diferentes: os grupos foram colocados em câmaras climatizadas com as variáveis envolvidas na Eq. 2 controladas. A cada teste as variáveis eram mudadas, e cada pessoa expressava sua opinião sobre a sensação térmica segundo a escala apresentada na Tabela.1. A partir das respostas dessas pessoas foram criados o PMV e o PPD que podem associar as sensações de conforto às combinações diferentes de tipo de atividade, de roupa e de variáveis termoambientais. O PMV permite estimar a sensação térmica esperada pelos usuários, de acordo a Eq. 5:

TABELA.1- Escala de sensação térmica aplicada por Fanger a 1300 pessoas, para obtenção dos índices PMV e PPD.

-3	-2	-1	0	1	2	3
Muito frio	levemente frio	frio	confortável	levemente quente	quente	muito quente.

$$PMV = (0,303e^{-0,036M} + 0,028)\{(M - T) - (3,05E - 3)[5733 - 6,99(M - T) - p_a]\} -$$

$$0,42[(M - T) - 58,15] - (1,7E - 5) M(5867 - p_a) - 0,0014M(34 - t_a) - 3,96 \times 10^{-8} f_{cl} [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a), \quad (5)$$

em que:

M = taxa metabólica devido à atividade desempenhada, (W/m²); T = trabalho mecânico externo considerado nulo para a maioria das atividades, (W/m²); t_a = temperatura do ar, (°C); t_r = temperatura radiante média, (°C); p_a = pressão parcial do vapor de água, (kPa); t_{cl} = temperatura da superfície externa das roupas, (°C); f_{cl} = razão entre a área do corpo vestido e do corpo nu, adimensional; h_c = coeficiente de convecção, (W/m² °C).

O PPD, por sua vez, representa a percentagem de pessoas insatisfeitas com a sensação definida pelo PMV, conforme a Eq.6:

$$PPD = 100 - 95e^{-(0,03353PMV^4 + 0,2179PMV^2)} \quad (6)$$

A norma ISO 7730/94 permite como limite um máximo 10 % de pessoas insatisfeitas num ambiente, o que corresponde a um PMV entre -0,5 e 0,5.

O Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) ou Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) é um índice que combina a temperatura de bulbo seco, a temperatura de bulbo úmido natural e a temperatura de termômetro de globo na relação apresentada na Eq. 7 de acordo com o proposto por Duque-Dobos e Henschel (1971 e 1973) (ASHRAE, 1997):

$$IBUTG = 0,7t_{bn} + 0,2t_g + 0,1t_a \quad (7)$$

onde:

t_g temperatura de termômetro de globo; t_a temperatura de bulbo seco, e t_{bn} é a temperatura de bulbo úmido natural. Esta forma da equação é usada para ambientes nos quais a radiação solar direta está presente. No caso de ambientes sem radiação solar direta ela assume a forma apresentada na Eq. 3.8

$$IBUTG = 0,7t_{bn} + 0,3t_g \quad (8)$$

Assim, IBUTG é uma função de quatro fatores ambientais que são radiação térmica, temperatura de bulbo seco, umidade e velocidade do ar. Embora a velocidade do ar não esteja explicitada nas equações do IBUTG, ela atua na convecção sobre a esfera do termômetro de globo e na evaporação no bulbo úmido. O índice de IBUTG é indicado para o cálculo da tensão de calor em ambientes industriais (Davis, 1976). Nos Estados Unidos o Instituto Nacional de Segurança Profissional e Saúde (NIOSH) desenvolveu padrões limites para exposição ao calor pele aplicação do IBUTG (NIOSH, 1986). A norma internacional ISO 7243 (1982) trata da aplicação desse índice a ambientes de trabalho. No Brasil este índice é recomendado pela NR 15, que foi aprovada pela Portaria nº 3.214, de 08 de julho de 1978.

Segundo Moreira (2001), as escalas de atitude são uma forma conveniente e relativamente simples de obter-se das pessoas uma avaliação do grau de afeto ou concordância que podem ser associados a algum objeto psicológico: entendendo-se “atitude” como um termo de interpretação flexível, e, conseqüentemente uma medida de atitude pode referir-se a outras variáveis intrínsecas à pessoa, como crenças, opinião, preferência, motivos, entre outros. O termo subjetividade é relativo aos sentimentos percebidos pela pessoa, é próprio do indivíduo. As escalas subjetivas de julgamento de conforto térmico são escalas de atitude, destinadas à avaliação dos ambientes nos quais as pessoas se encontram. Existem muitas escalas subjetivas de julgamento de ambientes quentes, que diferem entre si pela

ênfase dada a fatores como percepção ou afetividade, sensação global ou localizada, se presente ou passada, instantânea ou prolongada. A norma ISO 10551 (1995), recomenda a escala de julgamentos baseada na condição térmica do corpo escalas de percepção do estado térmico para obter julgamentos que as pessoas fazem como um todo sobre seu próprio estado térmico: ela usa as mesmas escalas, com modificações apropriadas, para ambientes temperados e para ambientes intensamente quentes ou frios, demonstradas a seguir:

- a) Escala de percepção do estado térmico – é uma escala simétrica de sete pontos, podendo ser estendida para nove, sendo o ponto médio igual a zero, conforme a Tabela 1. Deve-se responder à pergunta: "Como você está se sentindo nesse momento?"

Tabela 1-Escala de percepção do estado térmico
(Fonte: Norma ISO 10551/1995)

Extremamente com calor	4
Com muito calor	3
Com calor	2
Levemente com calor	1
Neutro	0
Levemente com frio	-1
Com frio	-2
Com muito frio	-3
Extremamente com frio	-4

4- METODOLOGIA.

O trabalho foi desenvolvido junto a um grupo de trabalhadores de uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) localizada no Campus I da UFPB. Foram realizadas medições de temperatura de bulbo seco, bulbo úmido e termômetro de globo com equipamento marca INSTRUTERM. A velocidade do ar foi medida com um termo-anemômetro marca CPS AM50 (manual). O metabolismo foi determinado segundo a NR 15. Considerou-se a atividade como "Em pé: trabalho leve em máquina ou bancada, principalmente com os braços", o que corresponde a 150 kcal/h (97 W/m²). As medições foram realizadas num ponto médio pré-definido, entre a fonte de calor e as pessoas. Aplicou-se um questionário. Calculou-se os índices de conforto e estresse térmico descritos a seguir: Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG), analisando-se segundo as condições de estresse térmico propostas pela NR 15, e Voto Médio Predito (PMV) e Percentual de Pessoas Insatisfeitas (PPD), analisando-se segundo os limites propostos pela ISO 7730 (1994); obteve-se as médias das respostas dos questionários. Os valores de IBUTG e PMV e PPD, foram calculados por programa escrito em linguagem FORTRAN. Os resultados estatísticos foram obtidos com auxílio dos programas STATISTICA[®] 6.0 e Microsoft[®] EXCEL 2000. Testou-se, pela estatística de Kolmogorov-Smirnov (K-S) a normalidade dos dados. O IBUTG e o PMV e PPD, foram analisados comparando-se aos resultados obtidos da análise dos questionários e aos limites propostos por cada um dos índices.

5-RESULTADOS E DISCUSSÃO.

As médias dos resultados obtidos do conjunto de dados coletados nas 28 medições realizadas junto a UAN, que correspondem dos 226 questionários respondidos, com 1808 dados pessoais e 84 dados ambientais, bem como os calculados, encontram-se tabulados na Tabela 3. A análise estatística básica das médias dos conjuntos de dados obtidos da UAN, bem como dos calculados e os resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S), das variáveis temperatura de globo (TG), temperatura de bulbo seco (TA), temperatura de bulbo

úmido (TU), resistência térmica das roupas (ICL), sensação de calor (SC) e se está suando (SU), são apresentados na Tabela 3. O valor crítico de $d_{5\%,28}$ obtido por interpolação é 0,2508 (Costa Neto,1977): confirma-se a hipótese de normalidade para estes dados, visto ter-se encontrado valores de K-S inferiores ao crítico $d_{5\%,28}$.

Tabela 3- Médias dos dados coletados e dados calculados junto a UAN													
Medição	TA (°C)	TG(°C)	TU (°C)	ICL(clo)	Sensação de calor (adimensional)	Suando (SU)(adimensional)	Sensação de conforto (adimensional)	Preferência (adimensional)	Aceitação (adimensional)	Tolerância (adimensional)	IBUTG (°C)	PMV (Adm)	PPD (%)
1	30,2	29,4	26,0	0,55	1,09	0,45	0,64	-1,18	0,27	1,09	27,0	1,68	60,55
2	30,9	31,4	26,3	0,60	2,36	0,91	1,55	-1,45	0,36	1,09	27,8	1,87	70,47
3	29,5	29,3	24,6	0,64	1,71	0,86	0,86	-2,14	0,14	1,00	26,0	1,69	61,19
4	29,6	29,5	24,7	0,52	1,29	0,57	1,71	-1,14	0,14	1,29	26,1	1,63	57,72
5	29,9	29,8	24,8	0,58	1,57	0,57	1,43	-1,43	0,14	2,00	26,3	1,70	62,00
6	28,9	29,0	26,2	0,52	0,86	0,43	1,43	-2,43	0,00	2,29	27,0	1,54	53,32
7	29,2	29,2	26,8	0,69	2,00	0,86	1,57	-1,14	0,29	1,43	27,5	1,70	61,63
8	29,1	29,0	25,8	0,64	1,71	0,71	1,14	-1,00	0,29	0,71	26,8	1,65	59,12
9	29,9	29,2	25,3	0,55	2,29	0,71	1,14	-2,00	0,29	1,29	26,5	1,65	58,87
10	29,4	29,3	25,2	0,68	1,57	0,57	1,43	-1,57	0,71	1,00	26,4	1,71	62,17
11	29,4	29,4	25,7	0,45	1,29	0,43	0,57	-1,29	0,14	2,43	26,8	1,17	33,96
12	28,8	29,0	25,0	0,60	1,00	0,44	0,89	-0,89	0,22	1,44	26,2	1,60	56,59
13	29,0	29,2	25,4	0,61	1,67	0,50	1,67	-1,83	0,67	1,83	26,5	1,64	58,25
14	29,2	29,2	25,4	0,56	1,38	0,62	1,54	-2,23	0,08	2,00	26,5	1,61	56,93
15	28,6	28,6	26,6	0,55	1,25	0,63	1,50	-1,88	0,13	2,38	27,2	1,53	52,37
16	29,2	29,0	26,7	0,68	1,17	0,67	1,00	-1,33	0,17	1,17	27,4	1,68	60,80
17	29,4	29,2	27,0	0,59	1,83	0,83	1,83	-1,67	0,17	1,00	27,7	1,65	58,83
18	27,5	27,2	25,2	0,71	1,43	0,57	1,14	-1,43	0,36	1,21	25,8	1,53	52,35
19	27,6	27,4	27,4	0,61	1,20	0,40	1,20	-1,40	0,20	2,00	27,4	1,45	48,33
20	28,2	28,2	25,4	0,59	1,31	0,38	0,85	-1,23	0,31	1,62	26,2	1,51	51,69
21	28,4	28,2	25,8	0,53	1,86	0,43	1,71	-1,86	0,00	2,71	26,5	1,47	49,25
22	27,0	27,4	25,9	0,62	0,91	0,09	0,82	-1,45	0,55	1,36	26,4	1,43	46,98
23	27,6	28,1	26,4	0,57	0,80	0,10	1,20	-0,90	0,20	1,80	26,9	1,45	48,37
24	27,8	27,8	26,0	0,62	1,80	0,60	1,20	-1,80	0,20	2,00	26,5	1,50	50,68
25	27,6	27,6	25,9	0,68	1,09	0,45	0,45	-1,27	0,45	1,09	26,4	1,53	52,35
26	27,6	27,6	25,9	0,53	1,38	0,50	1,00	-1,00	0,50	1,25	26,4	1,38	44,31
27	27,5	27,4	26,1	0,57	1,33	0,50	0,83	-1,50	0,67	1,17	26,5	1,40	45,76
28	27,5	27,4	25,6	0,57	1,50	0,83	0,67	-1,50	0,67	1,00	26,1	1,40	45,75

Os resultados de IBUTG obtidos, apresentam como valor máximo de IBUTG 27,83 °C, o que pelo anexo 3 da NR 15, é considerado um ambiente livre de insalubridade quanto ao fator calor para o tipo de atividade realizada, ou seja, para trabalho em pé, leve com os braços, já que o limite de exposição contínua para o metabolismo considerado de 150 kcal/h (97 W/m²), seria o IBUTG de 31,3 °C. Analisando-se diretamente as respostas obtidas dos questionários, percebe-se que os entrevistados encontravam-se insatisfeitos com o ambiente, o que pode ser detectado pela observação da Figura 1: apenas 25% das pessoas estavam sentindo-se em um

ambiente “neutro”, os 75% restante sentiam leve calor a muito calor. Na Figura 2 percebe-se que 54% das pessoas estavam suando.



Figura 1-Percentuais das médias das respostas da escala de percepção do estado térmico.

TABELA 4-Teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S), e estatística descritiva, para os 28 conjuntos de médias dos dados medidos e calculados na UAN.					
VARIÁVEIS	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	K-S
Temperatura de Globo (°C)	28,68	27,20	31,40	0,9727	0,1278
Temperatura de Bulbo Seco (°C)	28,73	27,00	30,90	1,0022	0,0889
Temperatura de Bulbo Úmido (°C)	25,83	24,60	27,40	0,6990	0,0582
Resistência Térmica das Roupas (clo)	0,59	0,45	0,71	0,0608	0,0798
Sensação de calor (adimensional)	1,45	0,80	2,36	0,3984	0,0874
IBUTG	26,7	25,8	27,8	0,53	0,17
PMV	1,56	1,17	1,87	0,14	0,09
PPD	54,31	33,93	70,43	7,48	0,041

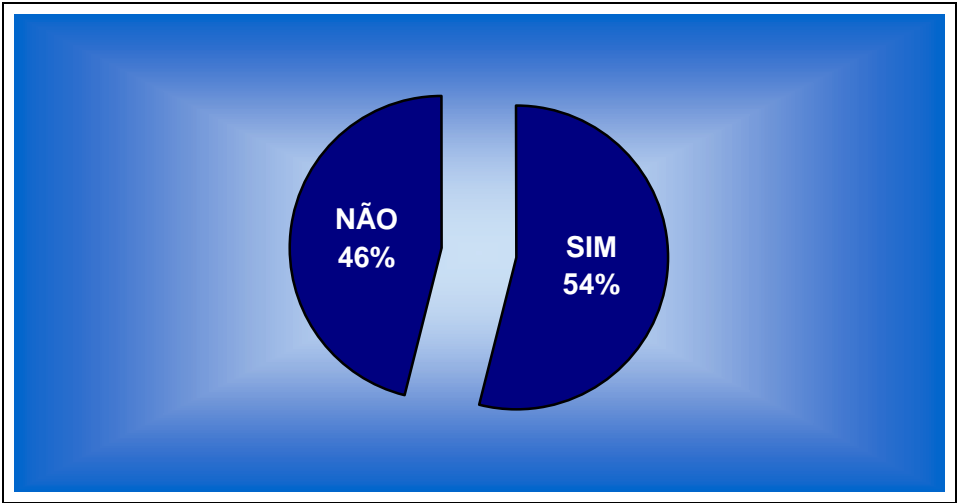
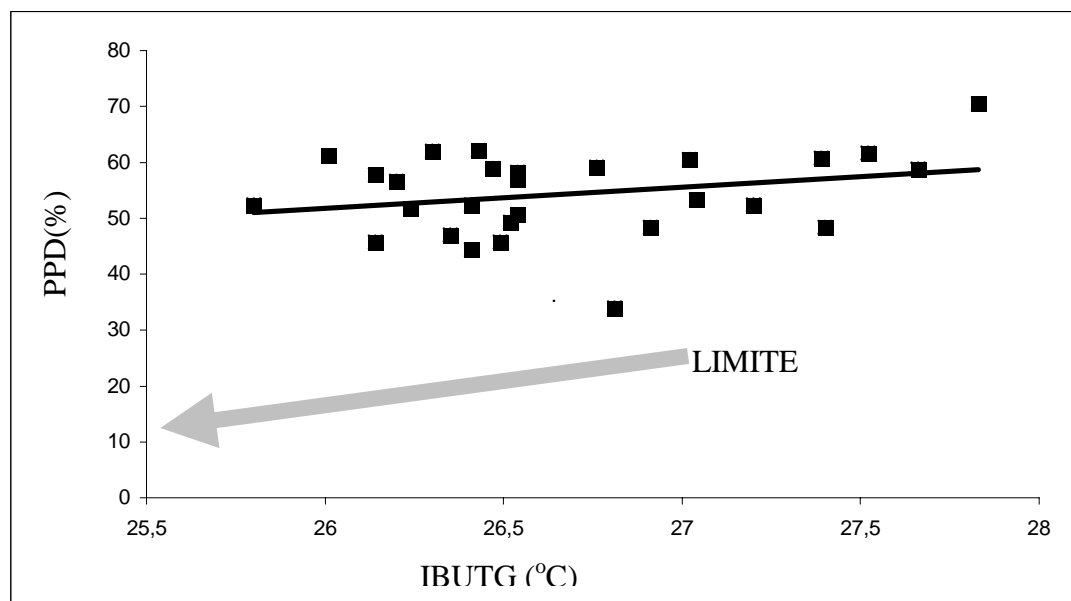


Figura 2- Percentuais das médias das respostas de pessoas suando ou não.

A norma ISO 7730 (1994), determina que para um ambiente ser confortável, o PMV deverá estar entre os valores –0,5 e 0,5, ou seja, deverá haver no máximo 10% de pessoas

insatisfeitas. Aplicando-se diretamente os dados obtidos à Eq. 5, verificou-se que o ambiente estudado apresentou PMV entre 1,17 e 1,87, correspondendo à probabilidade de 33,96% e 70,47%, de pessoas insatisfeitas, respectivamente. O percentual elevado de prováveis pessoas insatisfeitas apresentado pelo cálculo de PPD, apresenta concordância com as respostas dadas pelas pessoas, que revelaram 75% de insatisfeitos com o ambiente, o que leva a crer que o ambiente o ambiente seja realmente desconfortável.

Na Figura 3, apresenta-se o gráfico comparativo da variação de PPD com o IBUTG, onde se percebe que os valores encontrados são superiores ao limite máximo determinado pela norma ISO, 7730. Como este percentual é muito elevado em relação ao recomendado pela ISO, e as pessoas estão transpirando, o organismo está realizando mais trabalho do que deveria, o que leva a crer que seja um ambiente insalubre.



6-CONCLUSÕES.

Considerando-se os resultados obtidos e condições nas quais o presente estudo foi desenvolvido, chegou-se as seguintes conclusões:

- As temperaturas médias de bulbo seco, bulbo úmido e termômetro de globo, foram 28,73 °C, 25,83 °C e 28,73 °C para o ambiente da UAN;
- O metabolismo considerado para as atividades desenvolvidas na UAN foi de 97 W/m²;
- A resistência térmica média das roupas das pessoas na UAN foi de 0,59 clo;
- A análise relativa ao Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG), no ambiente estudado revelou ausência de estresse térmico;
- O Voto Médio Predito -PMV e o percentual de pessoas insatisfeitas (PPD) encontrados para o ambiente foram 1,56 e 54,31%;
- O índice de avaliação de conforto e estresse térmico no homem Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo-IBUTG, isoladamente parece não ser suficiente para representar as condições ambientais, carecendo de adaptações;
- As condições ambientais identificadas na UAN, provocam sudorese nos trabalhadores, que eliminam suor no ambiente.

6-BIBLIOGRAFIA

- 1-Brasil, Ministério do Trabalho, Portaria nº 3.214 de 08 de julho de 1978, Norma regulamentadora nº 15. <http://www.mt.gov.Br>.
- 2-Costa Neto, P. L. de O. 1977. `Estatística`. São Paulo, Edgard Blucher,.
- 3-Fanger, P. O.. 1970. `Thermal comfort`. Analysis and applications in environmental engineering. McGraw-Hill Book. New York.
- 4-Ferreira, M. S.; Yanagihara, J.I.. `Um modelo do sistema termorregulador do corpo humano: exposição a ambientes quentes`. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, V 15, n1-2, p. 87-96, jan/ago 1999.
- 5-Fiala, D.; Lomas, K. J. & Atohrer, M.. `A computer model of human thermoregulation for a wide range of environmental conditions: the passive system`. J. Appl. Physiol. 87(5): 1957-1972, 1999.
- 6-ISO 7243. 1989. `Hot environments- Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)`. International Organization for Standardization, Geneva.
- 7-ISO 10551. 1995. `Ergonomie des ambiances thermiques- Évaluation de l'influence des ambiances thermiques à l'aide d'échelles de jugements subjectifs`. International Organization for Standardization, Geneva.
- 8-Ivanov, K. P.. 1999. `Subject of temperature control and the main function of thermoregulation of an organism`. Journal of Thermal Biology. Vol. 24, pp. 415-421.
- 9-Kampmann, B.; Kalkousky, B.; Piekarski, C.. `Estimation of metabolic rate from cardiac frequency for field studies: correcting for "Thermal pulses"`. Journal of Thermal Biology 26(2001) 437-440.
- 10-Moreira, D. A.. `Medidas de atitudes através de escalas`. Textos metodologia. FECAP. http://www.fecap.br/amoreira/textos_metodologia_04.htm. Acesso em 20/07/01.
- 11-Ruas, A. P. 1996. `Avaliação de conforto térmico – contribuição a aplicação prática de normas internacionais. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- 12-Yigit, A.. 1998. `The computer-based human thermal model`. Int. Comm. Heat Mass Transfer. Vol. 25. No 7, pp 969-977.

ABSTRACT

VERIFICATION OF THERMAL COMFORT: THE CASE HARD- WORKING DOS OF AN UNIT OF FEEDING AND NUTRITION

Profa. Dra. Esmeralda Paranhos dos Santos. Departamento de Tecnologia Rural, Campus III, UFPB, Centro Bananeiras- PB. CEP 58220-000

Jaucele Alves de Azeredo Aluna Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Campus I, UFPB, Cidade Universitária, João Pessoa - PB.

Prof. Dr. Antonio Souto Coutinho. Professor UFPB/CT/DEP. Campus I, UFPB, Cidade Universitária, João Pessoa - PB.

The work has been developed in the environment of a Food and Nutrition Unit -FNU, at Campus I of UFPB. It has been made the measurement of the Dry Bulb Temperature, the Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) and the speed of the air. The metabolism has been defined by using

Norm ISO 8996 (1995) and the reading of the instruments was made after the establishment of the permanent regime. Questionnaires have been applied, based on the subjective scales presented by Norm ISO 10551(1995). It has been calculated the following thermal comfort indexes for each environment: Wet Bulb Globe Temperature (WBGT), Predicted Mean Vote (PMV) and Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD); afterwards, it has been calculated the average values based on the questionnaires. The WBGT has been analyzed by comparing it to the results of the questionnaires and the limits proposed by each one of the indexes.

Word-keys: Thermal comfort; Prediction of the Dissatisfied; Food Processing Environment; Subjective scales