

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

MÁRCIA ROSÂNGELA BUZANELLO

INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM
FRIGORÍFICO DA UNIDADE CLIMÁTICA SUBTROPICAL
SUL SOBRE OS TRABALHADORES EXPOSTOS A BAIXAS
TEMPERATURAS

Florianópolis – 2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

MÁRCIA ROSÂNGELA BUZANELLO

INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM FRIGORÍFICO DA
UNIDADE CLIMÁTICA SUBTROPICAL SUL SOBRE OS
TRABALHADORES EXPOSTOS A BAIXAS TEMPERATURAS

Dissertação submetida à Universidade Federal
de Santa Catarina para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia de Produção, área de
concentração Ergonomia.

Orientador: Prof. José Luiz Fonseca da Silva Filho,
Dr.

Florianópolis – 2003

MÁRCIA ROSÂNGELA BUZANELLO

**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM FRIGORÍFICO DA UNIDADE
CLIMÁTICA SUBTROPICAL SUL SOBRE OS TRABALHADORES EXPOSTOS A
BAIXAS TEMPERATURAS**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 7 de fevereiro de 2003.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do Programa

Banca Examinadora:

Prof. José Luiz Fonseca da Silva Filho, Dr.
Orientador

Prof^a. Ana Regina de Aguiar Dutra, Dr^a.

Prof. Antônio Renato Pereira Moro, Dr.

Prof^a. Cleide Viviane Buzanello Martins, Msc.

A meus pais, Heitor e
Diomira que sempre viram no
estudo a oportunidade de uma
vida mais digna.
E a meu querido filho,
Vinícius.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. José Luiz Fonseca da Silva Filho, por ter-me deixado crescer e desta forma incentivado o interesse pela pesquisa, também por sua prontidão e competência.

A professora Msc. Cleide Viviane Buzanello Martins, minha irmã, pela incansável e constante colaboração científica e por sua amizade.

As professoras e doutorandas Débora da Silva Lobo e Sandra Menezes Walmsley pelos ensinamentos estatísticos.

Aos trabalhadores que de maneira anônima e com sua exposição diária aos riscos que norteiam a atividade foram objeto deste estudo.

A todo o corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, pela partilha de seus conhecimentos.

A COPACOL, Cooperativa Agrícola Consolata, por ter disponibilizado o abatedouro de aves para realização da pesquisa.

Ao médico do trabalho, Manoel José de Lourdes Esteves, que intermediou a aproximação com o frigorífico e suas valiosas contribuições para a realização da pesquisa de campo.

Ao técnico em segurança do trabalho, Jozival Matias do Nascimento pela constante ajuda na coleta de dados.

A meus irmãos Evandro e Rogério, e minha irmã Cristiane, assim como os amigos Adriano, Alana e Francine, e a querida afilhada Thaline pelo estímulo durante esta jornada.

A minha professora de inglês Rita Francescon (*in memoriam*), a qual estimulou em mim o gosto pela língua inglesa e desta forma possibilitou o levantamento bibliográfico em literatura internacional.

Aos colegas do curso, em especial Dora, Mônica e Sônia pelo companheirismo e amizade.

A minha professora de inglês Rita Francescon (*in memoriam*), a qual estimulou em mim o gosto pela língua inglesa e desta forma possibilitou o levantamento bibliográfico em literatura internacional.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Apresentação.....	14
1.2 Objetivos do Trabalho.....	16
1.2.1 Geral.....	16
1.2.2 Específicos.....	16
1.3 Justificativa e Relevância do Trabalho.....	16
1.4 Limitações do Trabalho.....	17
1.5 Estrutura do Trabalho.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 Transferência de Calor.....	19
2.1.1 Produção de calor.....	20
2.1.2 Perda de calor.....	21
2.1.2.1 Condução.....	22
2.1.2.2 Convecção.....	24
2.1.2.3 Evaporação.....	25
2.1.2.4 Irradiação.....	26
2.2 Reações Fisiológicas do Organismo Humano Exposto ao Frio...	27
2.2.1 Principais riscos à saúde.....	29
2.2.1.1 Hipotermia.....	30
2.2.1.2 Efeitos sobre o coração.....	30
2.2.1.3 Doenças respiratórias.....	31
2.2.1.4 Prejuízo do desempenho manual.....	32
2.2.1.5 Agravamento de doenças reumáticas.....	33

2.2.1.6 Manifestações dermatológicas.....	33
2.3 Conforto Térmico.....	35
2.3.1 Condições para o conforto térmico.....	36
2.3.2 Escala de sensação térmica - ASHRAE.....	37
2.3.3 Balanço calórico.....	38
2.3.4 Variáveis ambientais.....	40
2.3.4.1 Temperatura do ar.....	40
2.3.4.2 Umidade relativa do ar.....	41
2.3.4.3 Velocidade relativa do ar.....	42
2.3.4.4 Temperatura média radiante.....	43
2.3.4.5 Atividade desempenhada.....	43
2.3.4.6 Resistência térmica do vestuário.....	45
2.3.4.7 Outros fatores.....	47
2.4 Métodos para Avaliar a Resposta Humana as Variáveis Ambientais.....	47
2.4.1 Métodos subjetivos.....	48
2.4.2 Métodos objetivos.....	49
2.4.3 Métodos comportamentais.....	49
2.4.4 Modelos de respostas humanas.....	50
2.5 Limites de Tolerância.....	50
2.5.1 Wind chill index (WCI).....	50
2.5.2 Tensões por trocas térmicas – ACGIH.....	52
2.5.3 Considerações da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT.....	58
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	64
3.1 Caracterização da Pesquisa.....	64
3.2 População Alvo.....	64
3.3 Dados Geo-históricos.....	65
3.4 Amostragem.....	66

3.5 Variáveis do Estudo	68
3.6 Procedimentos	69
3.6.1 Diretrizes para obtenção dos dados.....	71
3.6.2 Viabilização do estudo.....	72
3.6.3 Etapas da coleta de dados.....	73
3.6.4 Limitações do estudo	74
3.7 Análise dos Dados e Tratamento Estatístico	74
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
4.1 Representatividade Amostral	76
4.2 Caracterização do Ambiente de Trabalho	80
4.3 Análise de Regressão Linear Simples	98
4.3.1 Sensação térmica – ASHRAE.....	99
4.3.2 Tremor durante o início, o meio e o final da jornada de trabalho.....	103
4.3.3 Desempenho manual.....	107
4.3.3.1 Falta de força nas mãos.....	107
4.3.3.2 Falta de agilidade.....	109
4.3.3.3 Dormência nas mãos.....	113
4.3.4 Doenças relacionadas ao frio.....	115
4.3.4.1 Gripe.....	115
4.3.4.2 Doenças músculo-esqueléticas.....	116
4.3.4.3 Lesão nas mãos.....	119
4.4 Doenças pré-existentes.....	120
5 CONCLUSÃO	121
5.1 Conclusões	121
5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros	124
REFERÊNCIAS	125
ANEXOS	132
ANEXO – A.....	133
ANEXO – B.....	134

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Mecanismo da Perda de Calor pelo Corpo.....	23
Figura 2.2 - Representação Esquemática das Trocas de Calor entre o Corpo Humano e o Ambiente.....	27
Figura 2.3 - Balanço Calórico do Corpo entre Sobrecargas Extremas de Frio e Calor.....	39
Figura 4.1 - Porcentagem do Sexo dos Trabalhadores Expostos a Baixas Temperaturas do Total da Amostra.....	76
Figura 4.2 - Porcentagem dos Trabalhadores Expostos a Baixas Temperaturas do Total da Amostra, que Seguram ou não o Produto.....	77
Figura 4.3 - Porcentagem dos Trabalhadores Expostos a Baixas Temperaturas do Total da Amostra, que Fazem ou não Uso de Luvas.....	78
Figura 4.4 - Porcentagem dos Trabalhadores Expostos a Baixas Temperaturas do Total da Amostra, que Consideram ou não a Vestimenta Suficiente.	79
Figura 4.5 - Porcentagem dos Trabalhadores Expostos a Baixas Temperaturas do Total da Amostra, que Consideram ou não a Vestimenta Confortável.....	79
Figura 4.6 - Representação da Sensação de Conforto Térmico, Conforme Escala ASHRAE, Total da Amostra.....	80
Figura 4.7 - Imagem Ilustrativa de um Galpão de Repouso	81
Figuras 4.8 e 4.9 - Imagens Ilustrativas dos Setores de Insensibilização e Sangria..	82
Figuras 4.10 e 4.11 - Imagens Ilustrativas dos Setores de Escaldagem e Depenagem.	83
Figuras 4.12 - Imagem Ilustrativa do Setor de Evisceração.....	85
Figuras 4.13 - Imagem Ilustrativa dos Setores de Pré-resfriamento e Resfriamento.	86
Figuras 4.14 - Sala de Cortes e Desossa.....	87
Figuras 4.15 - Imagem Ilustrativa da Câmara de Estocagem para Congelados.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Escala de Sensação Térmica.	37
Quadro 2.2 – Tipo de Atividade Versus Taxa de Metabolismo.....	45
Quadro 2.3 - Tipos de Vestuários com os Respectivos Isolamentos.....	46
Quadro 2.4 – Poder de Resfriamento do Vento Sobre a Pele Exposta.....	51
Quadro 2.5 – Sensação Térmica em Função do CWI.....	51
Quadro 2.6 - Índice de Resfriamento do Vento (WCI) Temperatura de Resfriamento, t_{ch} e Efeitos Sobre a Pele Exposta..	52
Quadro 2.7 – Limites de Exposição para Regime de Trabalho – Aquecimento para Jornada de 4 Horas.	53
Quadro 2.8 – Temperatura Equivalente de Resfriamento.	58
Quadro 2.9- Limites de Tempo para Exposição a Baixas Temperaturas para Pessoas Adequadamente Vestidas para Exposição ao Frio	60
Quadro 3.1 - Estrutura da Amostra Utilizada na Pesquisa.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Número de Trabalhadores por Subsetor e a Distribuição de Sexo pelo Total da Amostra.....	67
Tabela 4.1- Distribuição por Faixa Etária dos Trabalhadores Expostos a Baixas Temperaturas do Total da Amostra.	77
Tabela 4.2 – Distribuição por Faixa de Meses de Trabalho dos Trabalhadores Expostos a Baixas Temperaturas do Total da Amostra.....	78
Tabela 4.3 - Estatística Descritiva das Variáveis Independentes.....	94
Tabela 4.4 - Dados de $F_{\text{calculado}}$ e $F_{\text{crítico}}$ Resultantes da ANOVA dos Parâmetros Ambientais.....	94
Tabela 4.5 - Grupos de Temperatura do Produto Obtida por Subsetor.....	95
Tabela 4.6 - Grupos de Temperatura da Mão Obtidos por Subsetor.....	96
Tabela 4.7 - Grupos de Velocidade do Ar Obtidos por Subsetor.....	96
Tabela 4.8 - Grupos de Temperatura Relativa do Ar Obtidos por Subsetor.....	97
Tabela 4.9 - Grupos de Umidade Relativa do Ar Obtidos por Subsetor.....	97
Tabela 4.10 - Resultado das Análises de Regressão entre as Variáveis Dependentes da Primeira Coluna e as Independentes da Primeira Linha.....	98
Tabela 4.11 – Freqüência do Sexo na Escala da ASHRAE de Sensação Térmica.....	99
Tabela 4.12 - Relação do Tempo de Trabalho em Meses com Escala ASHRAE de Sensação Térmica; em Porcentagem do Total da Amostra.....	103
Tabela 4.13 - Estatística Descritiva da Idade dos Trabalhadores sob Baixas Temperaturas, do Total da Amostra.....	104
Tabela 4.14 - Relação do Tremor no Final da Jornada de Trabalho com a Temperatura da Mão.....	106

RESUMO

BUZANELLO, Márcia Rosângela. **Influência de variáveis ambientais em frigorífico da unidade climática Subtropical Sul sobre os trabalhadores expostos a baixas temperaturas.** 2003. 131f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

A exposição ocupacional a baixas temperaturas leva o organismo humano a algumas adaptações fisiológicas que interferem diretamente no seu desempenho. Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência de variáveis ambientais em frigorífico da unidade climática subtropical sul e sua interferência na sensação de conforto térmico e as relações do frio sobre o trabalhador exposto a baixas temperaturas (10°C ou temperaturas inferiores). Para tanto, mensurou-se as variáveis ambientais: temperatura do ar, velocidade relativa do ar, umidade relativa do ar, temperatura do produto, e temperatura das mãos do trabalhador e através de questionário levantou-se questões pertinentes ao conforto térmico, saúde e desempenho do trabalhador. Para a detecção das diferenças destas variáveis usou-se a ANOVA e o teste de Tukey; para verificação de correlação utilizou-se o modelo de regressão linear simples, pelo teste F de Snedecor. Concluiu-se que a diminuição da força muscular das mãos, a falta de agilidade e o aparecimento de dormência nas mãos, estão diretamente relacionadas com a falta de utilização das luvas; assim como o sexo feminino teve na escala de sensação térmica o maior índice de sensação térmica muito fria e fria. Também da necessidade de realização de exercícios físicos para aumentar a produção de calor endógeno.

Palavras-chave: baixas temperaturas; ergonomia; frigorífico; frio.

ABSTRACT

BUZANELLO, Márcia Rosângela. **Influência de variáveis ambientais em frigorífico da unidade climática Subtropical Sul sobre os trabalhadores expostos a baixas temperaturas.** 2003. 131f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

The occupational exposure to low temperatures leads the human body to some physiological adaptations which interfere directly its performance. Therefore, this paper aims at verifying the influence of environmental variables in a slaughterhouse of the south subtropical climate and its interference in thermal comfort and the reports of the cold on the worker exposed to low temperatures (34°F or lower). For that reason, the following environmental variables were measured: air temperature, speed and humidity, product temperature and worker`s hand temperature, and relevant questions were raised in a questionnaire about thermal comfort and worker`s health and performance. The ANOVA and the Tukey test were used to detect the differences among these variables; the simple linear regressive model by the F test of Snedecor was used to verify the correlation. The conclusions were that the decrease in muscular hand strength, the lack of agility and the appearance of numbness in the hand are directly related to the lack of wearing gloves, as well as that females had the highest rate of very cold or cold sensations in the thermal sensation scale. We also concluded for the need of physical exercises to increase the production of internal heat.

Keywords: cold; ergonomics; low temperatures; slaughterhouse.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

O trabalho humano é significativamente influenciado pelas condições ambientais. A temperatura é um ponto que deve merecer atenção especial, quando se busca criar boas condições para o trabalho. A ergonomia é definida por muitos autores, como a aplicação das ciências biológicas, juntamente com a engenharia para lograr um excelente ajustamento do trabalho ao ser humano, e ao mesmo tempo assegurar sua eficiência e bem estar (LAVILLE, 1977; WISNER, 1987; IIDA, 1992). Para Dutra (2000) o ambiente de trabalho é composto por um conjunto de fatores, agrupados em dois blocos, fatores físicos e fatores organizacionais. Onde não há uma hierarquização de importância, uma vez que o ambiente de trabalho é o produto da contribuição desses diversos fatores. Assim é de interesse da ergonomia saber, como estas condições poderão influenciar no desempenho do trabalhador. No Brasil, as pesquisas e estudos acerca de ambientes ocupacionais sob baixas temperaturas são ainda escassos. Uma vez que, por se tratar de um país tropical, as atividades desenvolvidas sob baixas temperaturas se restringem apenas a poucos setores, com destaque a indústria frigorífica.

Na região Oeste do Paraná a avicultura é um marco econômico, rico em indústrias frigoríficas, onde o regime de frio intenso se faz necessário para o processamento e manutenção dos produtos. Embora seja disseminada por todo o Estado, a avicultura mais dinâmica encontra-se nas regiões Oeste e Sudoeste, onde também se concentram os frigoríficos. As principais vantagens competitivas

encontradas na atividade desenvolvida no estado estão nos níveis de produção e de custos das culturas da soja e do milho, que são um importante impulso à produção, aliados à estrutura cooperativista, nível tecnológico e utilização de mão-de-obra familiar, proporcionada pela predominância da pequena propriedade. O Paraná produz cerca de 20% do total nacional de carne de frango. Da produção estadual, em média, 50% destina-se ao mercado nacional, 30% são exportados e 20% são consumidos localmente (Martins et al. 2001).

Segundo o Mapa de Climas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o estado do Paraná é caracterizado como clima mesotérmico, da unidade climática Subtropical Sul, definindo como frio 10°C (ANEXO A).

De acordo com a literatura a sensação térmica, o tremor durante a jornada de trabalho, a falta de força e de agilidade nas mãos, e a dormência nas mãos, a gripe, outras doenças respiratórias (faringite, laringite, sinusite, bronquite), as doenças músculo-esqueléticas e as lesões nas mãos constituem os fatores mais freqüentemente encontrados nos trabalhadores expostos a baixas temperaturas, devido aos parâmetros ambientais, tais como: temperatura do ar, velocidade relativa do ar, umidade relativa do ar, temperatura do produto e temperatura da mão, bem como a atividade desempenhada e a resistência térmica do vestuário.

Os efeitos do frio no desempenho humano são atribuídos as reações fisiológicas do organismo, e são freqüentemente ignorados, no entanto, podem ser muito significativos. Em exposição ao frio o trabalhador se torna vulnerável aos riscos que norteiam a atividade. Segundo Sanders e McCormick (1992) existem limites para a variação da adaptabilidade humana ao ambiente; o desempenho humano é significativamente afetado pela temperatura. Desta forma, como a

ergonomia visa adaptar o ambiente de trabalho ao homem, as atividades ocupacionais realizadas sob extremos de temperatura são foco de sua atenção.

1.2 Objetivos do Trabalho

1.2.1 Geral

- Estudar os efeitos do frio na saúde e desempenho do trabalhador exposto a baixas temperaturas.

1.2.2 Específicos

- Avaliar a sensação térmica dos trabalhadores de frigorífico;
- Correlacionar as variáveis ambientais com os efeitos sobre a saúde e desempenho do trabalhador;
- Medir as variáveis ambientais nos diversos subsetores.

1.3 Justificativa e Relevância do Trabalho

O presente estudo surgiu devido à numerosa concentração de indústrias frigoríficas na região Oeste do Paraná, onde o regime de frio se faz necessário para

a conservação dos produtos. Desta forma, expondo o trabalhador as variáveis ambientais que interferem no equilíbrio homeotérmico do corpo, provocando uma seqüência de reações no organismo com conseqüentes distúrbios. Tendo como conseqüências indiretas, devido à exposição ao frio, a diminuição da eficiência e o aumento de acidentes de trabalho (SOTO et al., 1977). Assim como, da escassez de pesquisas em âmbito nacional no que concerne a trabalhos realizados sob baixas temperaturas. A necessidade de abordar o tema para verificar as influências do frio sobre a saúde e o desempenho do trabalhador.

1.4 Limitações do Trabalho

A amostra limitou-se aos trabalhadores que estão expostos à temperatura igual ou inferior a 10°C, que é a temperatura considerada fria para esta zona climática. Não foram objeto da pesquisa os trabalhadores sem relação direta com o frio; como os que têm permanência em setores de almoxarifado ou salas pertencentes a estes, porém, onde a temperatura não é considerada fria.

A amostragem da pesquisa limitou-se a região Oeste do Paraná, com suas características climáticas e sociais próprias, o que pode ocasionar um resultado diferenciado em outras regiões do país.

1.5 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho foi estruturado em cinco capítulos, como segue:

Capítulo I: levanta o problema que motivou a pesquisa. Coloca seus objetivos geral e específico, expõe a relevância e justificativa, assim como as limitações do trabalho, estabelecendo qual a população que foi o foco do estudo. E a maneira de como ele foi desenvolvido.

Capítulo II: refere-se ao levantamento bibliográfico na literatura disponível no Brasil e de outros países, sobre os itens pertinentes a pesquisa, fornecendo meios necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

Capítulo III: apresenta a metodologia utilizada, fornecendo os meios empregados para se atingir os objetivos. Descreve os aparelhos utilizados para as medidas das variáveis ambientais, bem como a sua aplicação. A elaboração do questionário abrangendo questões pertinentes a dados pessoais, a atividade desempenhada, sensações térmicas. Assim como, a ocorrência de manifestações ocasionadas pelo frio.

Capítulo IV: apresenta os resultados e a discussão. O tratamento dos dados levantados, obtidos através da aplicação do questionário, das observações *in loco* e das medidas das variáveis ambientais. A análise estatística dos dados e a análise e discussão dos resultados confrontando com as pesquisas anteriormente realizadas sobre a exposição do trabalhador ao frio.

Capítulo V: coloca as conclusões finais advindas da pesquisa, juntamente com sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo abrange uma fundamentação teórica de como o ambiente frio pode influenciar no trabalhador, abordando as transferências de calor entre o ambiente e o corpo, as reações fisiológicas do organismo exposto ao frio, os principais riscos à saúde, o conforto térmico, as variáveis ambientais que interferem no conforto térmico, métodos para avaliar a resposta humana as variáveis ambientais e os principais limites de tolerância.

2.1 Transferência de Calor

Os efeitos que o frio causa no organismo dependem, principalmente, de temperatura, velocidade relativa do ar, umidade relativa do ar, da variação do calor radiante, bem como da atividade desempenhada e da vestimenta utilizada. Estes fatores influem no equilíbrio homeotérmico do corpo, provocando reações e conseqüentes distúrbios no organismo.

Quando a intensidade da perda do calor no organismo é maior do que a sua produção, ocorre a diminuição do calor e da temperatura do corpo. Assim, o organismo humano, através da função termorreguladora se comporta de duas maneiras: perde calor e ativa os mecanismos intrínsecos de produção de calor quando a temperatura interna é menor que 36°C; e perde calor para o ambiente e diminui suas funções de ganho de calor quando a temperatura interna é maior que 37°C.

2.1.1 Produção de calor

Conforme Guyton (2001), um dos principais subprodutos do metabolismo é a produção de calor. Entendendo-se como metabolismo todas as reações químicas de todas as células do organismo, tendo sua taxa normalmente expressa em termos da velocidade de liberação de calor durante as reações químicas, quase toda energia liberada no organismo tem como produto final o calor. São diversos os mecanismos para produção de calor, a saber:

- a) o metabolismo basal onde a atividade metabólica da célula se converte quase que totalmente em calor e quanto maior a produção endógena de calor;
- b) tremor incontrolável (tiritar), que é desencadeado quando cai o pulso, a pressão arterial e a taxa metabólica, ou seja, quando a temperatura corpórea fica abaixo de 35° C. Durante o tremor, o número de contrações musculares por número de tempo se torna elevado, com conseqüente aumento de produção de calor e maior tônus muscular. Prolongando-se esta reação, de acordo com Soto et al. (1977) ocorre fadiga muscular. As contrações causadas pelos calafrios podem em seu pico aumentar a produção de calor pelo corpo em até 4 ou 5 vezes o normal.
- c) estimulação simpática da produção de calor. Um aumento imediato do metabolismo celular pode ser causado tanto pela estimulação simpática quanto a norepinefrina e epinefrina circulantes no sangue. Este efeito é denominado termogênese química, resulta, ao menos em parte, da capacidade da norepinefrina e da epinefrina de desacoplar a fosforilação oxidativa, de maneira que os alimentos em excesso são oxidados, com conseqüente liberação de energia sob forma de calor (GUYTON, 2001);

d) aumento da produção de tiroxina que aumenta a produção do metabolismo celular por todo corpo, e conseqüente aumento da produção de calor endógeno. Este aumento do metabolismo não é imediato e, sim, precisa de algumas semanas para que a glândula tireóide sofra hipertrofia antes de atingir seu novo nível de tiroxina (GUYTON, 2001). E, em menor grau, o efeito do hormônio de crescimento e testosterona;

e) maior atividade química nas próprias células, aumentando o metabolismo, especialmente quando a temperatura celular aumenta.

2.1.2 Perda de calor

Inicialmente, uma grande parte do calor é produzida nos órgãos profundos, principalmente, cérebro, coração, fígado e músculos esqueléticos durante o exercício. Em seguida, ele é transmitido dos órgãos e tecidos mais profundos para a pele, onde é perdido para o meio ambiente. A perda de calor é determinada fundamentalmente por dois fatores: pela velocidade com que o calor pode ser conduzido do centro do corpo para a pele e pela velocidade com que o calor pode ser transferido da pele para o ambiente.

O isolamento que existe abaixo da pele é de suma importância para a manutenção da temperatura central. Apesar, de que a temperatura da pele fica próxima a do ambiente, este sistema de isolamento térmico se dá pelos tecidos subcutâneos, em especial pelo tecido adiposo, uma vez que este conduz apenas um terço do calor conduzido por outros tecidos. Nas mulheres este isolamento é ainda maior.

A transferência do calor dá-se através do fluxo sanguíneo que penetra nos tecidos subcutâneos, sendo particularmente importante para as regiões apicais da pele. A velocidade do fluxo sanguíneo pode variar até 30% do débito cardíaco total. A alta velocidade do fluxo sanguíneo faz com que a condução de calor do meio interno para a superfície da pele ocorra com muita eficiência.

Segundo Pascoe et al. (1994) a produção de calor é proporcional à massa corpórea e a perda é proporcional à área de superfície corpórea, a elevada proporção corpórea de superfície área-massa das regiões apicais os fazem mais vulneráveis as injúrias do frio. Estas características implicam o fato de que mulheres e crianças são os primeiros candidatos a reduzir a resistência ao stress por frio. As mulheres têm a temperatura da pele reduzida durante a exposição ao frio, possivelmente pela maior espessura do tecido adiposo. Esta temperatura da pele diminuída poderia reduzir o gradiente do fluxo de aquecimento e diminuir o decréscimo da temperatura do centro previsto para a exposição ao frio.

A perda do calor através da superfície cutânea dá-se por caminhos físicos diferentes:

2.1.2.1 Condução

As trocas de calor por condução dependem da capacidade de condução do calor dos objetos e do tipo de material que entram em contato com a pele. Apenas quantidades mínimas de calor são perdidas por condução direta para as superfícies. Por outro lado, a perda de calor por condução para o ar representa uma perda de calor de aproximadamente 15%, até mesmo em condições normais.

O calor representa a energia cinética do movimento molecular e as moléculas da pele estão em constante movimento vibratório. Assim, se o ar for mais frio que a superfície da pele, grande parte desta energia do movimento pode ser transferido para o ar aumentando, desta forma, a velocidade de movimento das moléculas de ar. Como a temperatura do ar imediatamente adjacente à pele é igual à temperatura cutânea, não há como perder calor adicional do organismo para o ar, porque, neste caso, uma quantidade igual de calor é conduzida para o corpo (Figura 2.1), (GUYTON, 2001).

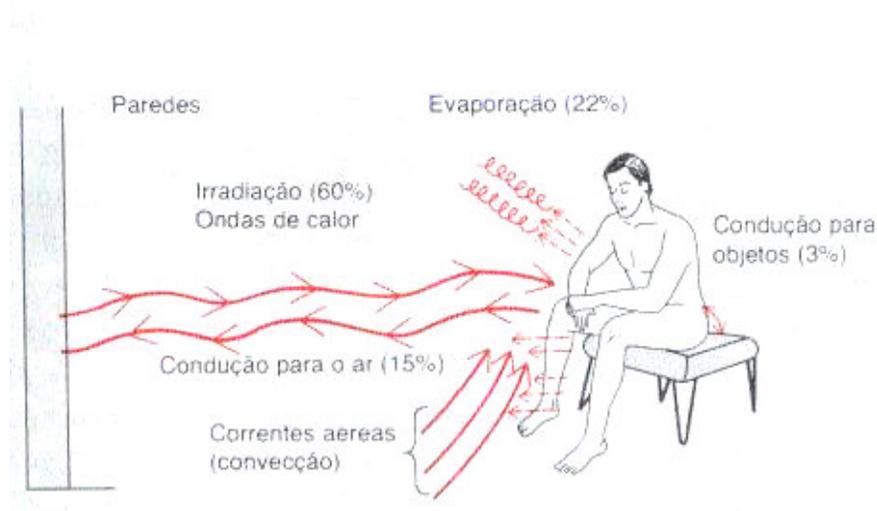


Figura 2.1 - Mecanismo da Perda de Calor pelo Corpo.
Fonte: Guyton (2001).

A perda de calor por condução é de grande importância prática nos locais de trabalho para escolha dos materiais de ponto de contato com as máquinas, como cabos e manivelas, escolha dos pisos e demais superfícies de contato do trabalhador.

Grandjean (1998) faz referência de que a perda de calor nos pés e demais locais do corpo deve ser evitada, uma vez que é extremamente desconfortável, e

além disso, propicia o surgimento de patologias como inflamações articulares e doenças reumáticas.

2.1.2.2 Convecção

A perda de calor por convecção depende da diferença da temperatura do ar que envolve o trabalhador e sua pele. Quando a temperatura do ar é menor do que a da pele, o trabalhador perde calor por convecção e o contrário ocorre quando a temperatura da pele é maior do que a do ar. A troca de calor por convecção, em situações normais é de 15 a 30% do total das trocas de calor. Esta perda é, na verdade, a remoção de calor do corpo por correntes aéreas de convecção, visto que, o calor a princípio é conduzido para o ar, em seguida, transportado pelas correntes de convecção. Como o ar imediatamente adjacente à pele tende a elevar-se quando é aquecido, uma pequena quantidade de convecção normalmente ocorre em torno do corpo. A perda de calor por convecção também é aumentada proporcionalmente a raiz quadrada da velocidade do vento quando o corpo fica exposto ao vento; a camada de ar adjacente à pele é renovada com a velocidade bem maior do que o normal.

Astete et al. (1987) referem-se a experiências que mostram que o fluxo de ar que circunda o organismo humano é um fator de grande influência no resfriamento do mesmo. Porém, quando o trabalhador é exposto rapidamente a um ambiente frio que não apresenta correntes de ar significativas, a perda de calor por convecção também pode ser claramente notada. Lembrando-se que os efeitos da exposição ao

frio intenso não aumentam numa relação linear com a velocidade do ar, mas sim, com a raiz quadrada desta.

2.1.2.3 Evaporação

A perda de calor por evaporação da água repousa sobre a ligação de calor com a evaporação do suor sobre a pele. Uma pessoa em situações normais perde 450 a 600 ml de água/dia (*perspiratio insensibilis*), quando a temperatura ambiente fica acima dos limites de conforto, a pele aquecida emite sinais reflexos que intensificam a produção de suor. Ocorre uma perda de calor de 0,58 calorias/g de água, que se evapora da superfície corporal. A evaporação ocorre através da pele e pulmões e é resultado da difusão contínua de moléculas de água através da pele e superfícies respiratórias. Desta forma, não pode ser controlada para as finalidades de termoregulação.

A intensidade da perda de calor por evaporação de água depende da extensão da superfície corporal onde o suor evapora, e da diferença da pressão de vapor d'água na camada de interface entre o ar imediatamente adjacente à pele e o restante do ar ambiente. Assim, é decisiva, a umidade relativa do ar para a perda de calor por esta via, que aumenta a diferença da pressão de vapor da água. Por outro lado, por convecção, diminui a liberação de suor pelo resfriamento da pele (GRANDJEAN, 1998).

2.1.2.4 Irradiação

A perda de calor por irradiação diz respeito às perdas sob forma dos raios térmicos infravermelhos, que possuem um comprimento de onda relativamente grande, ou seja, 10 a 30 vezes maiores que os raios luminosos, tendo na sua maioria um comprimento de onda de 5 a 20 μm .

Os corpos aquecidos que não estejam na temperatura do zero absoluto irradiam esses raios em todas as direções, que são absorvidos por outros corpos e transformados em energia calórica. Da mesma forma, estes raios são irradiados das superfícies limitantes e de outros objetos para o corpo.

No caso do trabalhador exposto a baixas temperaturas, os objetos circundantes estão normalmente em uma temperatura inferior à da pele. Assim, haverá maior quantidade de calor irradiada do corpo do que a quantidade de calor irradiada em direção ao corpo. Nessas condições, o corpo do trabalhador libera grandes quantidades de calor por irradiação diariamente.

Segundo Grandjean (1998) fatores físicos como temperatura, umidade relativa e a movimentação do ar, têm pouca importância para a troca de calor por irradiação, uma vez que sua intensidade depende, principalmente, da diferença de temperatura entre pele e os objetos, imediatamente circundantes (Figura 2.2).

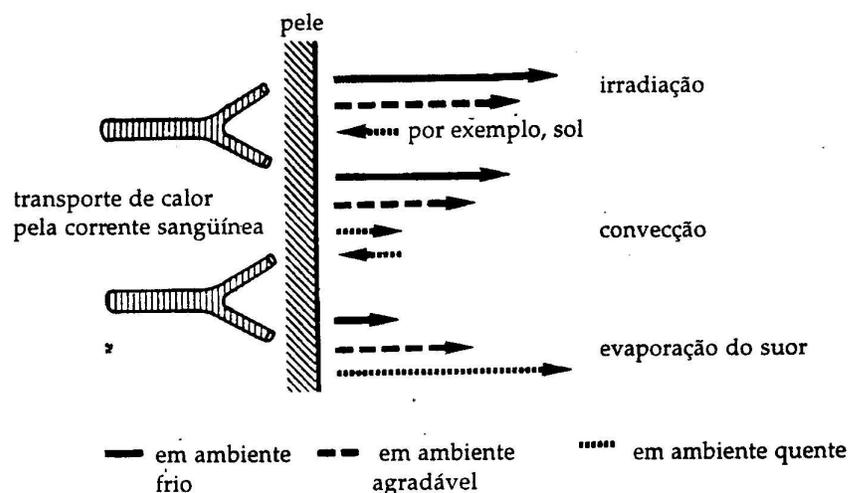


Figura 2.2 - Representação Esquemática das Trocas de Calor entre o Corpo Humano e o Ambiente.

Fonte: GRANDJEAN (1998).

2.2 Reações Fisiológicas do Organismo Humano Exposto ao Frio

Quando exposto ao ambiente frio, o organismo humano reage de forma a manter a temperatura central do corpo constante. Entendendo-se as respostas fisiológicas de como o frio interage no organismo, assim pode-se associar os aspectos térmicos no desempenho humano.

A temperatura normal média, quando medida na boca, situa-se entre 36,7 e 37°C, e aproximadamente 37,6°C quando medida no reto. Quando submetido a temperaturas extremas do meio ambiente ou atividade física, ocorre variação desta temperatura corporal porque os mecanismos termorreguladores não atingem uma perfeição completa. Quando o corpo está submetido ao frio, normalmente a temperatura retal pode cair para 36,6°C ou até menos.

Segundo Couto (1978) adequadamente vestido o homem pode suportar variações de temperatura entre -50 até 100°C. Desta forma, pode-se concluir que o corpo humano reage muito bem ao frio externo. No entanto, ele não consegue suportar variações da temperatura central do corpo acima de 4°C sem que haja conseqüências da capacidade mental e física. A manutenção da temperatura interna do corpo, em uma variação muito pequena é fundamental para a vida e a capacidade de trabalho. Durante toda a vida, o homem passa muito tempo perto de um grande acidente térmico ou da morte (4 a 5°C) sem que isto pareça preocupá-lo muito, independentemente das variações de intensidade do trabalho e das condições climáticas (BATIZ, 2001).

A temperatura central é praticamente constante, mas pode variar em aproximadamente 0,6°C. A temperatura cutânea, por sua vez, aumenta e diminui de acordo com a temperatura ambiente, o que é de grande importância quando se refere à capacidade da pele de perder calor para o meio ambiente. Variando-se a circulação cutânea da temperatura de pele e conseqüentemente a condutância de calor da mesma.

O sistema de regulação da temperatura do corpo humano lança mão de receptores térmicos do hipotálamo, da pele e de alguns tecidos profundos. A pele possui mais receptores para o frio do que para o calor, numa proporção de 10 receptores de frio para 1 de calor, localizados imediatamente abaixo da pele, em pontos discretos e separados por uma extensão de 1 a 10 mm². Pode-se, desta forma, entender porque em algumas regiões do corpo ocorra maior sensibilidade ao frio, visto que estes receptores variam seu número conforme a área do corpo, nos lábios de 15 a 25 pontos de frio por cm², nos dedos de 3 a 5 pontos por cm² e menos de 1 ponto por cm² no tronco.

De acordo com Pascoe (1994) a atividade física que requer atividade motora fina pode ser grandemente enfraquecida quando submetida ao stress por frio. Os ambientes frios anestesiam os termoreceptores das mãos, ocorrendo a diminuição da sensibilidade tátil, da destreza manual e da força de preensão. Exposto ao frio o organismo reage fazendo a vasoconstrição cutânea, tornando a pele fria, diminuindo a dissipação do calor para o ambiente. Assim, o fluxo sanguíneo para a pele é de 250 ml/min em dias frios e de 1.500 ml/min em dias quentes.

2.2.1 Principais riscos à saúde

Goldsmith (1989) faz referência que à exposição ao frio, quanto à habilidade no trabalho. Em relação à função cerebral, podem ocorrer sintomas de confusão mental e dificuldades na coordenação, e nos membros podem ocorrer manifestações de paralisia e imprecisão dos movimentos.

A temperatura média de conforto do indivíduo em repouso é de 23°C com umidade relativa do ar de 45%. A faixa de temperatura dita confortável é bastante estreita. Em temperaturas desconfortáveis, há um maior índice de acidentes e erros, o que reflete em qualidade inferior de trabalho, assim como maior índice de absenteísmo e de atraso, com conseqüente perturbação na produtividade e administração da empresa (STELLMAN e DAUM, 1975).

Se um indivíduo não é adequadamente preparado ou não pode compensar as perdas calóricas, a exposição ao ambiente frio pode trazer sérias conseqüências. Após uma longa exposição em ambientes com temperaturas extremas, ocorrem

alterações termorreguladoras fundamentais. Esse fenômeno permite ao trabalhador o desempenho de suas tarefas em situações que seriam originalmente intoleráveis.

Os fatores que interferem no equilíbrio homeotérmico do organismo, temperatura do ar, velocidade do ar, umidade relativa do ar e calor radiante causam uma série de reações no organismo com conseqüentes distúrbios. A diminuição da temperatura corpórea resulta em diminuição da produção de calor e aumento da perda. O fluxo sanguíneo cai proporcionalmente em relação à queda de temperatura. A diminuição gradativa de todas as atividades fisiológicas ocorre, quando a temperatura corpórea fica inferior a 35°C. Dessa forma ocasionando uma série de manifestações sobre o organismo humano, como os citados a seguir:

2.2.1.1 Hipotermia

Quando os mecanismos para produção de calor são insuficientes para manter o equilíbrio térmico, há a conseqüente diminuição da temperatura corpórea, ocorrendo a hipotermia. A temperatura central cai abaixo de 29°C e o hipotálamo perde a capacidade termorreguladora, deprimindo as células cerebrais, inibindo a atividade dos mecanismos termocontroladores do sistema nervoso central, evoluindo para sonolência, e mais tarde, coma, impedindo os calafrios.

2.2.1.2 Efeitos sobre o coração

Assim como a temperatura aumenta no processo febril, pode aumentar, acentuadamente a frequência cardíaca, até o dobro do normal. A baixa temperatura

pode também reduzir drasticamente a frequência cardíaca, podendo chegar, à apenas alguns batimentos por minuto, quando a pessoa está próxima a morte por hipotermia, entre 15,5 a 21,1° C (60 a 70° F).

Quando a temperatura interna chega a 28° C (82,4° F) pode ocorrer possivelmente fibrilação ventricular, com irritabilidade do miocárdio; com a temperatura interna a 25° C (77° F) a fibrilação ventricular pode ocorrer espontaneamente; a 22° C (71,6° F) orisco máximo de fibrilação ventricular e a 20° C (68° F) parada cardíaca (ACGIH, 1998).

Ocorre a piora da angina de peito devido a hiperatividade simpática adrenérgica. A angina de peito, surge cada vez que ocorre excessiva carga sobre o coração em relação ao fluxo sanguíneo coronário. Comumente, estes indivíduos sentem dor ao praticarem exercícios, quando sentem fortes emoções que aumentam o metabolismo ou que contraem os vasos coronários devido a sinais nervosos simpáticos vasoconstritores.

2.2.1.3 Doenças respiratórias

Quando o ar entra pelo nariz ele é aquecido, umidificado e filtrado. Assim, quando o indivíduo está exposto a baixas temperaturas a função de aquecimento, bem como de umidificação estão prejudicadas, favorecendo o aparecimento de crostas e processos infecciosos no trato respiratório inferior, e, nas vias aéreas superiores, o aparecimento de sinusites, amidalites, faringites, laringites e rinites de repetição.

A mudança súbita de temperatura do calor para o frio é descrita por uma situação transitória de diminuição da resistência orgânica, o que favorece a virulência de germes comensais, devido ao resfriamento das vias respiratórias.

2.2.1.4 Prejuízo do desempenho manual

O aumento da frequência de acidentes foi atribuído a perda da destreza manual. Conforme Imamura et al. (1998) o desempenho manual é uma combinação de muitos tipos de habilidades, que necessitam, por exemplo, de boa sensibilidade tátil, destreza manual, força muscular e coordenação motora. Com o resfriamento, a maioria destas variáveis é afetada negativamente, bem como a utilização de luvas também prejudica o desempenho manual. Em ambientes com temperatura igual ou inferior a 25° C, as extremidades se tornam menos sensíveis à condução nervosa. As ações musculares se tornam lentas e os movimentos finos mais difíceis, assim como a flexibilidade articular, ocorrendo uma maior incidência de acidentes de trabalho.

Bell et al. (1992) sugerem que os movimentos voluntários podem ser afetados pelo tremor do frio. A intensidade do tremor do frio foi quantificada por eletrodos de superfície. De tal modo que a maior intensidade de tremor nos músculos proximais pode inevitavelmente provocar distúrbios no desempenho muscular no frio.

A influência do distúrbio do tremor do frio nos movimentos voluntários e precisos no homem não tem sido quantificada, e os mecanismos, os quais ajudam a compensar estes distúrbios não são conhecidos (MEIGAL et al. 1998).

2.2.1.5 Agravamento de doenças reumáticas

Em um organismo exposto ao frio, as articulações apresentam-se sensivelmente alteradas, provocando prejuízos dos movimentos bem como o surgimento de artralguas, quadro este semelhante ao da artrite reumatóide.

Os principais fatores associados à causa da artrite reumatóide são os mecanismos auto-imunes e de hipersensibilidade e dentre os demais fatores, citados por Battistela et al. (1995) hereditariedade, aberrações metabólicas e nutricionais, características psicológicas individuais e o efeito nocivo de climas frios e úmidos na circulação periférica.

2.2.1.6 Manifestações dermatológicas

As lesões produzidas no tegumento pela ação do frio apresentam manifestações diversas, especialmente nas extremidades distais e regiões mais proeminentes, como a face, mento e pavilhão auricular.

É unânime que a exposição ao frio causa uma vasoconstrição periférica. As extremidades distais dependem da circulação sanguínea para manter uma apropriada temperatura local durante a exposição ao frio desde que a capacidade de gerar calor está limitada. O frio induz a vasoconstrição reduzindo dramaticamente a circulação do sangue arterial aquecido e a temperatura local cai.

A exposição prolongada a baixas temperaturas em regiões locais pode resultar em lesões, especialmente nas extremidades distais, pés e mãos, assim como nas regiões mais proeminentes como a face, mento, pavilhão auricular e

joelhos. Os vasos sanguíneos de menor calibre são mais afetados. Bloqueados por fragmentos teciduais, não participando da circulação.

Os parágrafos subseqüentes foram baseados em Ali (1994) onde apresentar-se-ão as principais manifestações dermatológicas decorrentes da exposição a baixas temperaturas.

O eritema pérmio é uma lesão que acomete as extremidades distais, resultam da constrição das arteríolas superficiais da pele em estase capilar. São lesões eritematosas ou arroxeadas, pode haver queimação e prurido local, aparecimento de bolhas, ulcerações rasas e posterior descamação e lesões na face.

A frostbite se dá por lesões que atingem preferencialmente as extremidades devido à intensa vaso-constricção e presença de micro-cristais de gelo nos tecidos. Os mecanismos se dão através da ação direta do frio ocasionando desnaturação protéica com conseqüente inativação enzimática local. Pela ação indireta ocorre a formação de microcristais intra e extra-articulares, levando a lesão celular. E finalmente em decorrência da deficiência circulatória devido ao espasmo vascular levando a danos nas vênulas, arteríolas e nas capilares endoteliais.

A moléstia de Raynaud é uma hipersensibilidade idiopática ao frio e stress, ocorrendo alterações do mecanismo vasomotor. Mais incidente no sexo feminino, 2^a e 3^a década de vida inicialmente nos 2^o e 3^o dedos das mãos, nos períodos de crises ocorre isquemia nas extremidades, principalmente nas mãos com cianose, podendo surgir gangrena.

O fenômeno de Raynaud também apresenta uma sensibilidade idiopática ao frio, porém, pode estar associado a outros fatores ou secundária a patologias como a esclerose sistêmica, síndrome costo-clavicular e do escaleno com ou sem costela

cervical. Deve-se evitar stress emocional, exposição ao frio e o fumo por sua ação vaso constritora.

Os trabalhadores que tem seus pés expostos à água fria por longos períodos de tempo apresentam queda da temperatura local, cianose, parestesias e sem pulso, caracteriza a patologia pé de imersão. A isquemia tecidual torna a extremidade suscetível à infecção.

A urticária pelo frio ocorre nos trabalhadores que tem contato direto das mãos com manivelas, mercadorias ou partes do maquinário no frio.

Geng e Holmer (2001), sugerem que o critério seguro para superfície de contato com frio é de 5 a 7^oC. E a temperatura crítica para congelamento da pele dos dedos cerca de 0^oC.

2.3 Conforto Térmico

A expressão conforto térmico pode ser definida como aquela condição em que a mente expressa satisfação com o ambiente térmico (ASHRAE, 1966). A referência à mente indica ser um termo essencialmente subjetivo. O primeiro requisito para o conforto térmico tem por objetivo a manutenção do sistema termoregulador do homem, ou seja, a manutenção constante e razoável da temperatura interna do corpo.

2.3.1 Condições para o conforto térmico

O desconforto pelo frio tem sido relatado como sendo a temperatura média da pele acima da temperatura do corpo, ou seja, o balanço de calor do corpo pode ser mantido, no entanto, isto não é uma condição suficiente para o conforto térmico (FANGER, 1970).

O autor, supracitado, sugere três condições para o conforto: o corpo em balanço de calor, a temperatura média da pele e a taxa de suor estejam dentro dos limites necessários de conforto. As condições para o balanço de calor podem ser derivadas da equação de balanço de calor (Equação 2.1). Onde M é a energia produzida pelo processo metabólico do corpo; W a energia necessária para o trabalho físico; C o calor perdido por convecção, R o calor perdido por radiação; K o calor perdido por condução; E o calor perdido por evaporação; e S é o calor armazenado. E sendo a temperatura média da pele e a taxa de suor que são aceitáveis para o conforto, sido derivado de investigação empírica.

$$M-W=E+R+C+K+S \quad (2.1)$$

Para que haja o conforto térmico para uma dada pessoa em um dado nível de atividade, temperatura média da sua pele e a secreção de suor precisa estar dentro de certos limites. Estes limites variam de acordo com o nível de atividade e de pessoa para pessoa.

2.3.2 Escala de sensação térmica - ASHRAE

A American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE), utiliza uma escala com sete pontos psicofísicos para avaliar o conforto térmico, o *Predicted Mean Vote* – PMV, é o índice de voto prognosticado em sete pontos da escala de sensação térmica. A escala varia de +3 (corresponde a quente) a -3 (corresponde a frio), (Quadro 2.1).

Quadro 2.1 – Escala de Sensação Térmica.

Pontos	Sensação Térmica
-3	Fria
-2	Resfriada
-1	Levemente fria
0	Neutra
+1	Levemente morna
+2	Morna
+3	Quente

Fonte: ASHRAE (1997).

Segundo Fanger (1970) uma satisfatória equação de conforto é uma condição ótima para o conforto térmico. No entanto, a equação apenas nos dá informações de como as variações devem ser combinadas a fim de criar um ótimo conforto térmico. E deste modo, diretamente adequado para determinar a sensação térmica das pessoas em um clima arbitrário onde as variáveis não podem ser levadas em conta para satisfazer a equação. Com a equação de conforto como ponto de início, um índice será derivado, o qual possibilita um prognóstico da sensação térmica para qualquer combinação de nível de atividade, vestimenta e os quatro parâmetros térmicos do ambiente: temperatura do ar, calor radiante, umidade relativa do ar e velocidade do ar.

Uma ligação precisa ser encontrada entre a sensação térmica expressa na escala mencionada e as variações térmicas. O corpo humano é capaz de manter o balanço de calor dentro de um vasto limite destas variáveis, pelo uso dos mecanismos de vasodilatação e vasoconstrição, secreção de suor e tremor. No entanto, dentro deste vasto limite há apenas um pequeno intervalo que é considerado confortável. A sensação térmica em um dado nível de atividade é uma função da carga térmica do corpo. Esta é definida como a diferença entre a produção interna de calor e a perda de calor para o ambiente. Em um trabalhador hipoteticamente mantido em valores de conforto da temperatura média da pele, e a secreção de suor a um dado nível de atividade.

Com as perturbações no conforto térmico ocorrem alterações funcionais em todo o organismo. Se o organismo está ameaçado pelo resfriamento ocorre a necessidade de aumento de atividade e de atenção, sendo que principalmente a concentração para o trabalho intelectual diminui. A natureza tenta aumentar o estado de alarme de todo o corpo, especialmente do aparelho locomotor, para aumentar a produção interna de calor. A garantia de um clima ambiente confortável é, desta forma requisito necessário para a manutenção do bem estar e para a capacidade de produção total (GRANDJEAN, 1998).

2.3.3 Balanço calórico

O equilíbrio calórico do organismo é estabelecido pela zona de regulação vasomotora, onde dentro desta faixa de temperatura, a de conforto. Quando a temperatura excede 20 a 23^o C ocorre o aquecimento homeostasia é mantida através

da regulação da distribuição do sangue, chamada zona das partes periféricas do organismo, é a chamada zona de regulação térmica por evaporação de água. Caso o aquecimento ultrapasse este limiar, há elevação da temperatura interna e morte por insolação. O balanço térmico negativo ocorre quando a faixa de temperatura está abaixo da faixa de regulação vasomotora, uma vez que nesta faixa a perda calórica ultrapassa a geração interna de calor, é a faixa de resfriamento do corpo. Somente as regiões periféricas do corpo são atingidas e conseguem suportar esta perda calórica por um determinado espaço de tempo.

Grandjean (1998) representa esquematicamente o balanço calórico com suas três zonas (Figura 2.3).

Quando o sistema de regulação vasomotor não é exigido ao extremo, a pessoa sente-se confortável. Em contrapartida com um déficit ou acúmulo de calor na temperatura periférica, ou seja, balanço positivo ou negativo de calor.

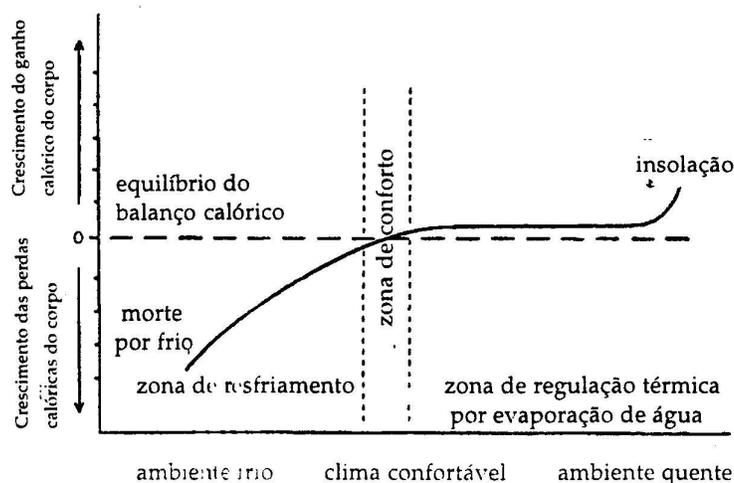


Figura 2.3 - Balanço Calórico do Corpo entre Sobrecargas Extremas de Frio e Calor.
Fonte: GRANDJEAN (1998).

Segundo Fialho e Santos (1997) as novas tecnologias tem exigido uma climatização ambiental que, às vezes dificulta o desenvolvimento das atividades de

trabalho para o operador humano. Desta forma a climatização busca o conforto das máquinas e não dos trabalhadores.

2.3.4 Variáveis ambientais

O conforto térmico depende das mesmas variáveis ambientais que influenciam decisivamente as trocas de calor: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar e calor radiante, bem como da integração destas variáveis com a atividade desempenhada e com a vestimenta utilizada.

2.3.4.1 Temperatura do ar

A temperatura do ar pode ser medida por um termômetro convencional de mercúrio expressa pela unidade $^{\circ}\text{C}$, esta temperatura pode ser definida como a temperatura do ar que circunda o corpo. Quando esta é medida com a utilização de um termômetro com o bulbo envolto por uma gaze úmida sujeita a movimentação do ar, o valor lido refere-se a temperatura de bulbo úmido, TBU. E quando a temperatura é medida por um termômetro inserido em uma esfera de 15 cm pintada interna e externamente de preto, a temperatura de globo, TG.

2.3.4.2 Umidade relativa do ar

O ar úmido é aquele que contém vapor d'água, e o ar seco é aquele que tem ausência total deste vapor. De acordo com a ASHRAE (1997) o ar seco tem sua composição relativamente constante (oxigênio, argônio, nitrogênio e dióxido de carbono) com uma pequena variação de acordo com o tempo, altitude e local.

A umidade relativa, ϕ , é expressa em porcentagem, e é a relação entre a pressão parcial do vapor d'água no ambiente, $\rho_{w\infty}$, e a pressão de saturação nas mesmas condições de pressão e temperatura. Tendo-se o ar a uma determinada temperatura, c e certa pressão de vapor, $\rho_{w\infty}$, e adicionando-se o máximo de vapor d'água, obtém-se ar saturado na temperatura T_a . Neste caso, a pressão parcial vai corresponder à pressão de saturação, $p_{sat}(T_a)$. O equilíbrio térmico é facilitado ou dificultado, pela eficácia do processo de evaporação do suor depositado sobre a pele, por isso, faz-se necessário o entendimento das grandezas: umidade relativa do ar, pressão do vapor d'água e saturação.

A pressão do vapor d'água é normalmente a mesma em toda uma sala, assim, a medida pode ser feita em apenas um local, com um instrumento chamado psicrômetro. Com respeito à determinação do PMV uma medida aproximada é o suficiente, mas por outras razões ele pode ser necessário para medir a umidade com maior exatidão.

Para Grandjean (1998) a influência da umidade do ar pode ser reconhecida com os seguintes pares de valores de temperaturas com a mesma sensação térmica: 70% de umidade relativa do ar e 20° C; 50% de umidade relativa do ar e 20,5° C e 30% de umidade relativa do ar e 21° C.

Quando a umidade relativa cai abaixo de 30%, aumenta o risco à saúde pela secura do ar, que resseca as vias aéreas, aumentando desta forma a predisposição a doenças respiratórias.

2.3.4.3 Velocidade relativa do ar

A velocidade relativa do ar que atinge o indivíduo interfere na evaporação do suor e também nas trocas de calor. Para Dul e Weerdmeester (1995) as correntes de ar podem afetar o conforto térmico, principalmente quando atingirem valores acima de 0,1 m/s em trabalhos leves. O instrumento mais comumente utilizado é o anemômetro, que mede diretamente a velocidade através da temperatura de globo.

No entanto, para Grandjean (1998), a movimentação do ar com valores entre 0 e 0,2 m/s quase não influenciam sobre a sensação térmica. Por outro lado Fanger e Christensen (1986) concluíram que quando a velocidade do ar é mantida constante a sensação de conforto pelos indivíduos é maior do que quando esta varia. A velocidade do ar pode variar com o tempo, direção e espaço, na prática, porém, nos cálculos envolvendo trocas térmicas, normalmente considera-se a velocidade média em torno de um indivíduo para um tempo de exposição determinado. As regiões mais afetadas são a face, pescoço e região superior das costas. As velocidades preferenciais para o conforto térmicos são inferiores a 0,25 m/s para resfriamento e menores de 0,15 m/s para aquecimento. Observa-se no entanto, que para ambientes industriais, as velocidades utilizadas são geralmente maiores (CLEZAR e NOGUEIRA, 1999).

2.3.4.4 Temperatura média radiante

A temperatura média radiante (T_r) é utilizada para a determinação das trocas de calor por radiação em ambientes com temperaturas superficiais não uniformes. Ela pode variar muito de um local para outro. O termômetro de bulbo tem sido o instrumento mais utilizado, pela sua simplicidade, para determinar a temperatura média radiante. Este consiste de uma estrutura esférica, preta no centro, no qual é colocado um sensor térmico. A T_r é definida como a temperatura de um recinto negro uniforme, no qual o indivíduo ou um corpo sólido, troca à mesma quantidade de calor radiante que seria trocada em um ambiente não uniforme. A temperatura do ar dentro do globo no equilíbrio térmico é o resultado do balanço entre o calor ganho ou perdido por convecção e calor ganho ou perdido por radiação (SILVA, 1999).

Quanto à sensação de conforto térmico, é necessário que a diferença entre a temperatura do ar e das superfícies limitantes seja pequena, sugere-se que a temperatura média radiante não ultrapasse 2 a 3 graus abaixo ou acima da temperatura do ar.

2.3.4.5 Atividade desempenhada

Para cada tipo de atividade desempenhada, ocorre um nível determinado de metabolismo. Dentre os fatores que aumentam o metabolismo, sem dúvida alguma é o exercício intenso o fator mais notável. Períodos curtos de contração muscular máxima podem liberar, até 100 vezes a quantidade de calor liberada no estado de repouso, por poucos segundos de cada vez. A contração muscular máxima pode

aumentar a produção geral de calor em cerca de 50 vezes o normal durante poucos segundos.

Estudos do metabolismo em pessoas que vivem em climas diferentes tem mostrado que o metabolismo é de 10 a 20% menor nas regiões tropicais do que nas árticas. Isso se dá parcialmente pela adaptação da glândula tireóide, que tem sua secreção aumentada nos climas frios e diminuída em climas quentes.

Desta forma para cada atividade desempenhada, tem-se um determinado nível de metabolismo. A taxa de metabolismo pode ser medida de diversas formas, porém, a mais fácil e usual é a calorimetria indireta, o equivalente energético do oxigênio. Uma vez que mais de 95% da energia consumida no organismo provêm de reações do oxigênio com os diferentes alimentos, o metabolismo pode ser também calculado, com alto grau de precisão, baseando-se na velocidade de utilização do oxigênio. Ao utilizar este equivalente energético, pode-se calcular, com alto grau de precisão, a velocidade de liberação de calor pelo organismo partindo da quantidade utilizada em um dado período de tempo. Convencionou-se como unidade representativa do metabolismo o MET, sendo que 1 MET é equivalente a $58,2 \text{ W/m}^2$.

A ASHRAE (1997) correlaciona a energia produzida com o tipo de ocupação e grau de atividade (Quadro 2.2).

Em repouso, um indivíduo, gera cerca de $46,6 \text{ W/m}^2$ de energia, porém, quando submetido a uma atividade com elevada movimentação pode gerar $465,6 \text{ W/m}^2$.

Quadro 2.2 – Tipo de Atividade Versus Taxa de Metabolismo.

TIPO DE ATIVIDADE	METABOLISMO [MET]	METABOLISMO [W/m ²]
Deitado descansando	0,8	46,6
Sentado	1,0	58,2
Em pé	1,4	81,5
Andando (3 Km/h)	2,0	116,4
Andando rápido (5Km/h)	3,0	174,6
Correndo (10 Km/h)	8,0	465,6

Fonte: ASHRAE (1997).

2.3.4.6 Resistência térmica do vestuário

As vestimentas representam grande importância nas trocas térmicas do corpo com o meio externo, pois oferecem uma resistência térmica adicional a ser vencida neste processo. A resistência oferecida pelas roupas é representada pelo símbolo I_{cl} , e é medida pela unidade CLO. Cada CLO fisicamente representa $0,155 \text{ m}^2 \text{ C}^\circ/\text{W}$. A ASHRAE (1997), apresenta dados sobre os tipos de vestuários e os isolamentos correspondentes, caracterizados pelo fator de isolamento (Quadro 2.3).

Os estudos de termorregulação freqüentemente investigam as respostas térmicas sem considerara a influência das roupas. Estes estudos têm expandido nossos conhecimentos das respostas humanas básicas para várias condições ambientes. Muitos estudos da influência da vestimenta no desempenho do trabalhador tem sido resultado de interesse ergonômico, buscando minimizar o stress térmico. Durante o trabalho pesado realizado em baixas temperaturas, ocorre a produção metabólica de calor e a roupa tem como função formar uma barreira para evitar a dissipação deste calor produzido, ocasionando um acúmulo de calor. Contrabalançando este problema em potencial sugere-se que a vestimenta para o

frio seja usada em camadas para que sejam retiradas nos períodos de menor atividade.

Quadro 2.3 - Tipos de Vestuários com os Respective Isolamentos.

Vestuário	I_{cl} [CLO]	Isolamento [m ² C°/W]
Corpo nu	0	0
Corpo vestido apenas com calção	0,1	0,0155
Calção e camisa de manga curta	0,3	0,0465
Calça comprida e camisa de manga curta	0,5	0,0775
Calça social e terno com gravata	1,0	0,155
Calça comprida e jaqueta com forro de pele grossa	3,0	0,465

Fonte: ASHRAE (1997).

Quando o trabalhador é exposto ao ambiente frio, o gradiente térmico entre o corpo e o ambiente favorece a perda de calor do corpo. Estratégias comportamentais tais como: vestimenta, proteção, uso de fontes externas de calor e mudança de local podem prover a proteção inicial. Desta forma as roupas surgem como a primeira defesa do stress por frio. Quando as estratégias comportamentais tornam-se insuficientes para proteger contra o frio, respostas fisiológicas são a próxima linha de defesa.

As roupas criam um microambiente, elas são capazes de diminuir a zona climática termoneutra com menor produção de calor metabólico. Com a atividade física o corpo armazena calor, a temperatura do centro aumenta e a produção de suor é estimulada. Como a roupa impede a dissipação de calor ela torna-se úmida e perde parte de seus valores de isolamento. Apesar do corpo precisar conservar calor ele continua a perdê-lo por evaporação.

2.3.4.7 Outros fatores

Fanger (1970) estudou a influência de outros parâmetros no conforto térmico, porém, nenhum achado significativo foi encontrado em relação à localização geográfica, idade e sexo. Apenas a correlação de que indivíduos com idade acima de 40 anos preferem temperatura para conforto de 1,0 grau (F) acima, do que indivíduos com idade inferior a esta. O autor supracitado concluiu que nenhum destes fatores é tão relevante quanto os seis parâmetros abordados anteriormente: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade relativa do ar, temperatura média radiante, atividade desempenhada e resistência térmica do vestuário.

2.4 Métodos para Avaliar a Resposta Humana as Variáveis Ambientais

Parsons (2000) cita quatro métodos principais para avaliar a resposta humana ao ambiente. São eles os métodos subjetivos, onde o indivíduo relata as respostas do ambiente. Medidas objetivas, onde as respostas dos ocupantes são diretamente medidas como a temperatura do corpo, habilidade auditiva e testes de desempenho. Os métodos comportamentais, onde o comportamento de um indivíduo ou de um grupo é observado e as respostas relacionadas ao ambiente, por exemplo mudanças de postura e movimentos repetitivos.

E os métodos de modelagem que incluem as respostas humanas que são dadas a partir de modelos baseados em experiências da resposta ao ambiente

(modelos empíricos), ou modelos racionais da resposta humana ao ambiente que, conseqüentemente, pode ser usado para relatar efeito e causa.

2.4.1 Métodos subjetivos

Incluem o uso de simples escalas de avaliação, de conforto térmico por exemplo, e mais respostas detalhadas e questionários, eles também incluem análises de discussão de grupos centrais. Eles têm a vantagem de ser relativamente fácil de executar e são particularmente apropriados para avaliar respostas psicológicas, desta forma como o conforto e dificuldades. Eles podem normalmente ser usados quando a contribuição de fatores para a resposta não é conhecida. Tem a desvantagem de natureza difícil para planejar, tendo um número do potencial metodológico influenciado negativamente.

São freqüentemente desapropriados para avaliar efeitos na saúde. Por exemplo, um indivíduo não pode sempre detectar quando ele ou ela está abaixo de uma grande parte do esforço fisiológico, também um stress ambiental pode interferir na capacidade da pessoa em fazer uma avaliação subjetiva segura. Uma desvantagem adicional dos métodos subjetivos é que freqüentemente requerem o uso de uma amostra representativa de uma população exposta ao ambiente de interesse.

2.4.2 Métodos objetivos

Os métodos objetivos têm a vantagem de proporcionar medidas diretas das respostas humanas. Isto poderia incluir medidas de temperatura do corpo e medidas dos testes de desempenho. A principal desvantagem é que a amostra representativa da população precisa ser exposta ao ambiente de interesse (não usualmente para modelo), os instrumentos de medida podem interferir com o que eles estão pretendendo medir e as medidas objetivas não podem facilmente prever os resultados subjetivos tais como o conforto.

2.4.3 Métodos comportamentais

Os métodos comportamentais são provavelmente pouco utilizados no ambiente de trabalho. Eles podem ter a única vantagem de não interferir naquilo que estão tentando medir. Pode incluir, mudança de roupas, trabalho mais rápido ou mais lento e assim por diante. Uma exigência é que um modelo é necessário para interpretar as reações por algum comportamento. O treinamento do observador se faz necessário. Estes métodos são particularmente apropriados para estudos pessoas com incapacidades, crianças, ou outras populações especiais, ou contextos onde outros métodos poderiam ser inapropriados. Uma dificuldade é determinar causa e efeito, por exemplo: um trabalhador mudou de postura por que estava muito frio ou a cadeira estava desconfortável ou a linha de visão obscura?

2.4.4 Modelos de respostas humanas

Os modelos de respostas humanas ao ambiente têm a vantagem de natureza coerente em suas repostas, são fáceis de usar, dando uma resposta rápida e pode ser usado em ambos, modelo e avaliação. As principais desvantagens são que os modelos fornecem apenas respostas aproximadas quando projetados para indivíduos e inevitavelmente serão administrados em algum ambiente real nos quais os modelos não são considerados. Na aplicação prática o profissional usará uma combinação dos métodos apropriados.

2.5 Limites de Tolerância

Os índices mais usuais para analisar a sobrecarga térmica e as suas conseqüências sobre o conforto, saúde e desempenho do trabalhador são o Wind Chill Index – (CWI) índice de sensação térmica, tensões por trocas térmicas (ACGIH), o índice de isolamento de roupas (IREQ-ISO 11079), e as recomendações da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT).

2.5.1 Wind chill index (WCI)

O Quadro 2.4 é derivado da sensação térmica, em relação à velocidade do vento, inserida na norma ISO 11079/93, que considera os índices do WCI para

serem levados em conta, principalmente quando na ocasião apreciável de vento. É expressa como temperatura de resfriamento, t_{ch} (Tabela 2.4 – D.1/ISO110791/93).

Siple, citado por Coutinho (1998) sugeriu o índice WCI, sendo a pele considerada a 33° C, representando a quantidade de calor perdido por convecção e radiação pelo corpo.

Quadro 2.4 – Poder de Resfriamento do Vento Sobre a Pele Exposta.

Velocidade do vento (m/s)	Leitura do termômetro real (t_{ch})										
	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
1,8	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
2	-1	-6	-11	-16	-21	-27	-32	-37	-42	-47	-52
3	-4	-10	-15	-21	-27	-32	-38	-44	-49	-55	-60
5	-9	-15	-21	-28	-34	-40	-47	-53	-59	-66	-72
8	-13	-20	-27	-34	-41	-48	-55	-62	-69	-76	-83
11	-16	-23	-31	-38	-46	-53	-60	-68	-75	-83	-90
15	-18	-26	-34	-42	-49	-57	-65	-73	-80	-88	-96
20	-20	-28	-36	-44	-52	-60	-68	-76	-84	-92	-100

Fonte: Lamberts e Xavier (1998).

Resultados obtidos de acordo com as sensações térmicas (Quadro 2.5).

Quadro 2.5 – Sensação Térmica em Função do CWI.

WCI (W/m^2)	Sensação térmica
60	Quente
120	Morno
230	Conforto
460	Fresco
700	Quase frio
930	Frio
1200	Muito frio
1400	Severamente frio
1600	Congelamento da região exposta (em uma hora)

Fonte: Konz (1990).

Assim, a exposição do trabalhador em condições termoambientais, com valor igual ou superior a 1600 W/m^2 com tempo superior à uma hora coloca-o sob o risco de congelamento das regiões da pele expostas ao frio.

A sensação térmica é maior correlacionada com a leitura do termômetro real quanto maior a velocidade do vento, conforme a Tabela D.2, da norma ISO 11079/93 (Quadro 2.6).

Quadro 2.6 - Índice de Resfriamento do Vento (WCI) Temperatura de Resfriamento, t_{ch} e Efeitos Sobre a Pele Exposta.

WCI (W/m^2)	t_{ch} ($^{\circ}\text{C}$)	Efeito
1200	-14	Muito frio
1400	-22	Extremamente frio
1600	-30	Pele exposta congela dentro de 1 hora
1800	-38	
2000	-45	Pele exposta congela dentro de 1 minuto
2200	-53	
2400	-61	Pele exposta congela dentro de 30 segundos.
2600	-69	

Fonte: ISO (1993).

2.5.2 Tensões por trocas térmicas – ACGIH

A American Conference of Governmental Industrial Hygienists é uma organização não governamental que estabelece parâmetros e limites de tolerância para agentes ocupacionais diversos. Os limites de exposição ao frio têm por objetivo proteger o trabalhador das sobrecargas do frio, mantendo a temperatura interna no mínimo a 36°C , igual a $96,8^{\circ}\text{F}$ e prevenindo as lesões nas extremidades do corpo como os pés e as mãos. O (Quadro 2.7) apresenta os limites de exposição recomendados (TLV) para trabalhadores com vestimentas adequadas para os períodos de trabalho a temperaturas abaixo do ponto de congelamento.

Quadro 2.7 – Limites de Exposição para Regime de Trabalho – Aquecimento para Jornada de 4 Horas.

Temperatura do ar céu ensolarado		Sem vento apreciável		Vento de 8 Km/h		Vento de 16 km/h		Vento de 24 km/h		Vento de 32 Km/h	
°C (aprox)	°F (aprox)	Período máximo trabalho	nº de pausas								
-26°	a - 15°	(pausas normais)	1	(pausas normais)	1	75 min	2	55 min	3	40min	4
28°	19°										
-29°	a - 20°	(pausas normais)	1	75 min	2	55 min	3	40 min	4	30 min	5
31°	24°										
-32°	a - 25°	75 min	2	55 min	3	40 min	4	30 min	5	Parar trabalhos não-emergenciais	
34°	29°										
-35°	a - 30°	55 min	3	40 min	4	30 min	5	Parar trabalhos não-emergenciais			
37°	34°										
-38°	a - 35°	40 min	4	30 min	5	Parar trabalhos não-emergenciais					
39°	39°										
-40°	a - 40°	30 min	5	Parar trabalhos não-emergenciais							
42°	44°										
≤-43°	≤-45°	Parar trabalhos não-emergenciais									

Fonte: ACGIH (1998).

Não é permitida a exposição contínua da pele exposta ao frio, quando a temperatura e velocidade do ar forem iguais a -32° C (-25,6° F). Em temperaturas abaixo de -1° C (30,2° F), independente da velocidade do ar, acontecerá o congelamento de tecidos superficiais bem como dos profundos. Quando a temperatura for igual ou inferior a 2° C (35,6° F), é fundamental que seja permitido ao trabalhador que entra na água, ou mesmo que tenha suas vestimentas umedecidas, a troca imediata das mesmas e a realização do tratamento para hipotermia.

A ACGIH (1998), recomenda proteção para as mãos a fim de manter a destreza manual, bem como evitar acidentes. Quando em trabalhos de precisão com as mãos expostas, em temperatura inferior a 16° C (60,8° F) por um tempo superior a 10 a 20 minutos. Ela sugere medidas especiais como o uso de aquecedores radiantes e jatos de ar quente. E quando a temperatura for inferior a -1° C (30,2° F), que os cabos e manivelas de contato dos equipamentos sejam protegidos por

isolantes térmicos. O uso de luvas deve acontecer, sempre que a temperatura for inferior a 16º C (60,8º F) para trabalhos sedentários, inferior a 4º C (39,2º F) para trabalhos leves e inferior a -7º C (19,4º F) para trabalhos moderados quando a destreza manual não for necessária.

O trabalhador deve ser advertido a não ter nenhum tipo de contato das mãos com a superfície, mesmo que accidental, quando a temperatura da superfície for inferior a -7º C (19,4º F).

Em condições em que a temperatura do ar for igual ou inferior a -17,55º C (0º F), os cabos e manivelas das máquinas, bem como as ferramentas devem ser projetadas de maneira tal, que seja possível a sua manipulação sem a retirada das luvas mitene.

Deve ser fornecida a proteção adicional para o corpo inteiro, quando o trabalhador está exposto em ambientes com temperaturas iguais ou inferiores a 4º C (39,2º F). Esta proteção deve se adequar à atividade física desempenhada e ao nível de frio.

A colocação de anteparos ou de roupas corta-vento, se faz necessário quando houver aumento da velocidade do ar no ambiente de trabalho. Desta forma reduzindo o efeito de resfriamento do vento.

A parte externa da roupa deve ser impermeável à água, quando o trabalho executado é leve ou quando a roupa pode ser molhada no local de trabalho. Já em trabalhos pesados a roupa deve ser trocada sempre que se molhe, e a sua parte externa repelente à água. A umidificação das camadas internas da roupa, causadas pela sudorese, deve ser evitada por uma boa ventilação da parte externa da roupa. Quando ocorre a alternância de ambientes frios, quentes ou com temperaturas normais, o trabalhador deve providenciar a troca da roupa, quando esta estiver

umedecida pelo suor, antes de retornar ao ambiente frio. Toda vez que houver a umidificação de meias ou palmilhas, estas devem ser trocadas, ou evitar a absorção da umidade com o uso de botas impermeáveis. Isto deve ser feito de modo empírico e respeitando as variações individuais de cada trabalhador.

Artigos de proteção que auxiliam o aquecimento devem ser fornecidos quando as áreas expostas do corpo não estão suficientemente protegidas causando sensação de frio.

O trabalho deve ser modificado ou suspenso, quando as roupas disponíveis não promoverem proteção adequada para a prevenção da hipotermia ou enregelamento, até que haja modificações nas condições climáticas ou adequação do vestuário.

Cuidados adicionais devem ser tomados quando no manuseio de líquidos voláteis a temperaturas inferiores a 4°C (39,2°F), devido ao resfriamento por evaporação. Evitando-se molhar as roupas e luvas com estes líquidos, em especial os fluidos criogênicos e líquidos cujo ponto de ebulição fica pouco acima da temperatura ambiente.

Abrigos aquecidos como barracas e salas de descanso devem estar disponíveis, quando o trabalho for realizado em Temperatura Equivalente de Resfriamento (TER) inferior ou igual a -7°C (19,4°F). Os indicativos para que haja o retorno imediato do trabalhador ao abrigo são o desencadeamento de tremor intenso, congelamento em pequeno grau, sonolência, fadiga excessiva, euforia ou irritabilidade. Devido aos efeitos diuréticos e circulatórios deve-se limitar a ingestão de café, e incentivar a ingestão de bebidas quentes e doces.

Em temperaturas com (TER) igual ou inferior a -12°C ($10,4^{\circ}\text{F}$), o trabalhador deve ser permanentemente observado, como no sistema de duplas de trabalho, a fim de proteger o trabalhador.

Na ocasião em que a carga de trabalho for intensa e causar sudorese excessiva, deve ser viabilizada a troca da roupa em abrigos aquecidos.

Aos novos trabalhadores, se faz necessário um tempo para a adaptação às condições de trabalho e roupas de proteção. Não iniciando a jornada de trabalho como os demais trabalhadores anteriormente adaptados.

Na estimativa da performance requerida para o trabalho e na carga a ser carregada pelo trabalhador, o volume e peso das roupas devem ser incluídos.

Tanto quanto possível, o trabalhador deve ser afastado das correntes de ar. As tarefas devem ser organizadas de modo que não ocorra a imobilização prolongada do mesmo. A utilização de assentos de cadeiras metálicas desprotegidas não deve ser permitida.

Programas de treinamento com procedimentos de saúde e segurança que devem incluir, procedimentos de primeiros socorros e de reaquecimento. Orientações sobre a ingestão de líquidos e alimentação e práticas de trabalho seguro. A identificação de enregelamento iminente, assim como sinais e sintomas de hipotermia ou resfriamento excessivo do corpo até mesmo antes do aparecimento de calafrios.

Recomendações específicas para o projeto de salas refrigeradas. Os quais devem incluir, redução tanto quanto possível da velocidade do ar, a qual não deve exceder 1 m/s.

Expostos a correntes de ar, os trabalhadores devem utilizar roupas de proteção contra o vento.

Quando expostos à vibração e manipulação de substâncias tóxicas, a exposição ao frio pode requerer a redução dos limites de exposição (TLVs). Óculos de segurança para proteção contra radiação ultravioleta e brilho ofuscante devem ser utilizados, em regiões extensas cobertas de neve.

Ambiente de trabalho com temperatura inferior a 16° C (60,8° F) precisa de monitoramento, dispondo de termômetro adequado, possibilitando cumprir o estabelecido nos TLVs.

O registro da temperatura de bulbo seco, no mínimo a cada 4 horas, tem que ocorrer sempre que a temperatura do ar cair abaixo de -1° C (30,2° F).

Em ambientes internos de trabalho, sempre que a velocidade do ar exceder 2 m/s, o registro da velocidade do vento deve ser feita no mínimo a cada 4 horas.

Em locais externos de trabalho, sempre que a temperatura do ar for inferior a -1° C (30,2° F), a velocidade do vento deve ser registrada junto com a temperatura do ar.

Sempre que se fizer necessário à mensuração da movimentação do ar, deve-se fazer o seu registro com os demais dados sempre que a temperatura de resfriamento for inferior a -7° C (19,4° F), (Quadro 2.8).

A exclusão dos trabalhadores a temperaturas iguais ou inferiores a -1° C, deve acontecer em virtude de doença ou uso de medicação, que possam de alguma forma interferir no sistema de termoregulação ou reduzir a tolerância ao trabalho em ambientes frios. Os trabalhadores expostos freqüentemente a temperaturas abaixo de -24° C (11,2° F), com velocidades do vento abaixo de 8 km/h, ou temperaturas abaixo de -18° C (0° F), com velocidades do vento maiores que 8 km/h, deveriam ter declarações médicas que os considerassem aptos à tais exposições.

Quadro 2.8 – Temperatura Equivalente de Resfriamento.

Velocidade	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-46	-51
Estimada do												
Vento (Km/h)	Temperatura Equivalente de Resfriamento (°C).											
Em calma	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-46	-51
8	9	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-38	-44	-49	-56
16	4	-2	-9	-16	-23	-31	-36	-43	-50	-57	-64	-71
24	2	-6	-13	-21	-28	-36	-43	-50	-58	-65	-73	-80
32	0	-8	-16	-23	-32	-39	-47	-55	-63	-71	-79	-85
40	-1	-9	-18	-26	-34	-42	-51	-59	-67	-76	-83	-92
48	-2	-11	-19	-28	-36	-44	-53	-61	-70	-78	-87	-96
56	-3	-12	-20	-29	-37	-46	-55	-63	-72	-81	-89	-98
64	-3	-2	-21	-29	-38	-47	-56	-65	-73	-82	-91	-100
Velocidade do vento maiores que 64 km/h tem pequeno efeito adicional.	POUCO PERIGOSO Em < horas com a pele seca. Perigo máximo de falsa sensação de segurança.			POUCO CRESCENTE Perigo que o copo exposto se congele em um minuto.				MUITO PERIGOSO O corpo pode congelar em 30 segundos.				
	Em qualquer ponto deste ábaco pode ocorrer o pé de trincheira e o pé de imersão.											

Fonte: ACGIH (1998).

O trabalhador que já foi vítima de trauma ocorrido em condições de congelamento ou abaixo de zero requer atenção especial, uma vez que se torna predisposto a lesões pelo frio.

2.5.3 Considerações da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT

De acordo com a NR 15, Anexo 9, da LEI nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977: as atividades ou operações executadas no interior de câmaras frigoríficas ou em locais que apresentem condições similares, que exponham os trabalhadores ao

frio, sem a proteção adequada, serão consideradas insalubres em decorrência de laudo de inspeção realizada no local de trabalho (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2000).

O agente físico frio é considerado para fins de insalubridade ainda segundo o Anexo 9: Frio, da NR 15, as atividades ou operações executadas no interior de câmaras frigoríficas, serão consideradas como sendo insalubres de grau médio, ensejando aos trabalhadores o direito à percepção do adicional de insalubridade no importe de 20% (vinte por cento) sobre o salário mínimo legal. Importante ressaltar que, em termos ocupacionais, o mais danoso ao trabalhador é o choque térmico decorrente da sujeição às variações bruscas de temperatura, ora num ambiente normal ora num ambiente frio, como no caso do trabalhador que fica colocando e retirando gêneros de uma câmara frigorífica. Registre-se também, que a proteção individual fica sempre prejudicada, uma vez que, apesar de o trabalhador normalmente utilizar em tais atividades EPI's do tipo luvas, botas de borracha, japonsa e outros, ficam sempre desprotegidos em relação ao seu aparelho respiratório.

O critério adotado pela Fundacentro foi embasado em estudos e pesquisas bastante diversificados, tanto em âmbito nacional como internacional. Portanto, esta portaria não fixa temperaturas limites para a caracterização da insalubridade, deixando a critério técnico do perito, quando da sua inspeção no local de trabalho. Limite de tempo máximo de trabalho permitido a cada faixa de temperatura, para pessoas adequadamente vestidas para exposição ao frio. Desde que alternado com recuperação térmica em local fora do ambiente considerado frio.

O artigo 253 da CLT, estabelece o regime de trabalho e descanso para trabalhadores de câmaras frigoríficas ou que movimentam mercadorias em

ambientes frios e a obrigação das empresas em realizar exames médicos periódicos a cada seis meses (REVISTA PROTEÇÃO, 1995).

CLT – Art. 253 – “Para os empregados que trabalham no interior de câmaras frigoríficas e para os que movimentam mercadorias do ambiente quente ou normal para o frio e vice-versa, depois de 1 (uma) hora e 40 (quarenta) minuto de trabalho contínuo, será assegurado um período de 20 (vinte) minutos de repouso, computado esse intervalo como de trabalho efetivo.

Parágrafo único. Considera-se como artificialmente frio, para os fins do presente artigo, o que for inferior, na primeira, segunda e terceira zonas climáticas do mapa oficial do Ministério do Trabalho, a 15º (quinze graus), na quarta zona a 12º (doze graus), e na quinta, sexta e sétima zonas a 10º (dez graus)”.

O Quadro 2.9 relaciona a temperatura do ambiente e a máxima exposição diária, que deve ser confrontada com cada região de acordo com o Mapa Brasil Climats do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Quadro 2.9- Limites de Tempo para Exposição a Baixas Temperaturas para Pessoas Adequadamente Vestidas para Exposição ao Frio.

Faixa de Temperatura de Bulbo Seco (°C)	Máxima Exposição Diária Permissível para Pessoas Adequadamente Vestidas para Exposição ao Frio
15,0 a 17,9 (*) (Zona climática quente)	<i>Tempo total de trabalho no ambiente frio de 06 horas e 40 minutos alternados com 20 minutos de repouso e recuperação térmica, fora do ambiente frio.</i>
12,0 a 17,9 (**) (Zona climática subquente)	
10,0 a 17,9 (***) (Zona climática mesotérmica)	
-18,0 a -33,9	<i>Tempo total de trabalho no ambiente frio de 04 horas alternado-se uma hora de trabalho com 1 hora para recuperação térmica, fora do ambiente frio.</i>
-34,0 a -56,9	<i>Tempo total de trabalho no ambiente frio de uma hora, sendo dois períodos de trinta minutos com separação mínima de quatro horas recuperação térmica, fora do ambiente frio.</i>
-57,0 a -73,0	<i>Tempo total de trabalho no ambiente frio de cinco minutos, sendo o restante da jornada cumprida obrigatoriamente fora do ambiente frio.</i>
Abaixo de -73,0	<i>Não é permitida a exposição ao ambiente frio seja qual for a vestimenta utilizada.</i>

Faixas de temperatura de acordo com o Mapa de Climats IBGE : * quente, ** subquente, *** mesotérmico.

Fonte: REVISTA PROTEÇÃO (1995).

No Paraná, conforme o Mapa Climatas, a região de Cafelândia é classificada como clima subtropical, que se caracteriza pela temperatura média inferior a 18º C, da zona climática mesotérmica, branda, super úmida e sem seca.

O mapa oficial do Ministério do Trabalho a ser considerado na avaliação insalubre da exposição ao frio segundo a Portaria SSST/MTb nº 021, de 26 de dezembro de 1994, o mapa oficial do Ministério do Trabalho a que se refere o art. 253 da CLT, a ser considerado para fins de insalubridade, é o “Mapa Brasil Climatas” da Fundação IBGE da SEPLAN, publicado no ano de 1978, e que se define as zonas climáticas brasileiras de acordo com a temperatura média anual dos meses secos e o tipo de vegetação natural.

As zonas climáticas são consideradas segundo a citada Portaria SSST/MTb nº 021/94, define-se como primeira, segunda e terceira zonas climáticas do mapa oficial do MTb a zona climática quente; a quarta zona, como a zona climática mesotérmica (branda ou mediana) do Mapa Brasil Climatas do IBGE (ANEXO A).

No Brasil, predominam climas quentes, com temperaturas médias superiores a 20º C. Contribuem para isso o fato de o país ter 92% de seu território na zona intertropical e relevo marcado por baixas altitudes. Os tipos de clima presentes no país são equatorial, tropical, tropical de altitude, tropical atlântico, semi-árido e subtropical (CLIMAS DO BRASIL, 2002).

O clima equatorial domina a região amazônica e caracteriza-se por temperaturas médias entre 24º C e 26º C.

O clima tropical encontra-se presente em extensas áreas do Planalto Central e das regiões Nordeste e Sudeste, além do trecho norte da Amazônia, correspondente ao estado de Roraima, onde as temperaturas médias excedem os 20º C.

Clima tropical de altitude predomina nas áreas elevadas (entre 800 m e 1.000 m) do Planalto Atlântico do Sudeste, estendendo-se pelo norte do Paraná e sul do Mato Grosso do Sul. Apresenta temperaturas médias entre 18°C e 22°C.

Clima tropical atlântico é característico da faixa litorânea que vai do Rio Grande do Norte ao Paraná, com temperaturas que variam entre 18°C e 26°C.

Clima semi-árido ocorre especialmente nas depressões entre planaltos do sertão nordestino e no trecho baiano do Vale do Rio São Francisco. Suas características são temperaturas médias elevadas, em torno de 27°C.

Clima subtropical predomina ao sul do Trópico de Capricórnio, compreendendo parte dos estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Caracteriza-se por temperaturas médias inferiores a 18°C. Assim pôde-se verificar, baseados nos dados cartográficos do Brasil e seu clima quente e subquente equivale ao equatorial e ao tropical e o clima mesotérmico equivale ao subtropical, o qual situa-se abaixo do Trópico de Capricórnio.

O desenvolvimento tecnológico dos equipamentos coletivos e individuais tem aumentado consideravelmente, inclusive no Brasil. O aprimoramento dos fabricantes de matérias-primas e vestuário para temperaturas extremas é constante em busca de novos tecidos sintéticos e naturais que ofereçam conforto, qualidade e segurança aos produtos. No entanto, o Brasil carece de normas técnicas para serem utilizadas como parâmetros para a realização dos testes de resistência para adequação do vestuário ao trabalhador. Nem a Fundacentro, órgão que faz ensaio nos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), para a liberação do Certificado de Aprovação pelo Ministério do Trabalho, tem condições de acompanhar estes

equipamentos. O que torna o próprio fabricante responsável pela garantia do produto (REVISTA PROTEÇÃO, 1995).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Caracterização da Pesquisa

Este estudo se caracterizou como uma pesquisa de caráter qualitativo e quantitativo, um estudo de caso com cortes transversais, com a finalidade de analisar o desempenho e a saúde do trabalhador exposto a baixas temperaturas, com informações obtidas de funcionários que trabalham expostos a uma temperatura igual ou inferior de 10°C na Cooperativa Agrícola Consolata - COPACOL.

3.2 População Alvo

Esta pesquisa contou com informações fornecidas pelos funcionários que trabalham expostos a baixas temperaturas no frigorífico da Cooperativa Agrícola Consolata (COPACOL), na cidade de Cafelândia-PR. Compreendendo os dois turnos de trabalho; seguem abaixo os setores e subsetores:

- O setor de gotejamento, com uma população de 30 trabalhadores.
- O setor de cortes e desossa, com uma população total de 1.130 trabalhadores. E subdividido em: nória exportação, mesa da coxa, mesa da asa, cortes especiais, secundária, bandeja e cortes mercado interno.

- O setor de industrializados com uma população total de 175 trabalhadores. Setor este subdividido em seis subsetores: espetinho, peito salgado, lingüiça/salsicha, CMS, sala de miúdos e embalagem.
- O setor de câmara fria ou logística com uma população de 185 trabalhadores. E subdividida em: congelamento, expedição, estocagem, apontamento e placas horizontais.

3.3 Dados Geo-históricos

O município de Cafelândia situa-se no Oeste do estado do Paraná, o qual constitui-se em pólo da avicultura e do ramo frigorífico da região e do Estado. A COPACOL foi fundada em 23 de outubro de 1963, sob a forma jurídica de sociedade cooperativa. Desenvolve atividades vinculadas a recebimento, beneficiamento, armazenamento, comercialização e industrialização de produtos agropecuários.

Tem como atividade principal prestação de serviços aos cooperados na orientação através da assistência técnica, fornecimento de insumos, recebimento da produção, industrialização e comercialização. E como atividade secundária operação com não-associados.

Comercializa soja, trigo, milho, algodão, café, feijão, arroz, aves, suínos, leite, casulo do bicho da seda e outros, bem como fornece insumos e assistência técnica. A COPACOL também investe no complexo agrícola, composto de fábrica de rações, granja de matrizes, incubatório e abatedouro de aves.

O abatedouro de aves iniciou suas atividades em maio de 1982, abatendo cerca de 5.000 frangos/dia, com cerca de 80 funcionários, trabalhando em um único

turno. Em 3 de junho de 1987, passou a trabalhar em dois turnos, objetivando a melhoria na qualidade dos produtos e o bem-estar dos funcionários. Com o constante desenvolvimento tecnológico, aperfeiçoamento e excelência em qualidade, o abatedouro conta com uma equipe de 1.472 funcionários, abatendo 135.000 a 140.000 aves/dia.

3.4 Amostragem

A amostragem probabilística foi obtida por aleatoriedade (MARTINS, 1998), sendo o tamanho da amostra calculada como se segue (MENDES, 1999), Equação 1.2. Onde: N é o tamanho da população conhecida, n é o tamanho da amostra, ε é o erro de pesquisa de 5%.

$$N_0 = \left(\frac{1}{\varepsilon} \right)^2 \quad (1.2)$$

$$n = \frac{N \times N_0}{N + N_0}$$

$$\varepsilon = 5\%$$

Estabeleceu-se desta forma quatro setores distintos, cujos processos de trabalho serão posteriormente descritos, (capítulo 4).

Á amostra foi composta por 572 trabalhadores, divididos em quatro setores e dezenove subsetores, tendo maior incidência do sexo masculino (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Número de Trabalhadores por Subsetor e a Distribuição de Sexo pelo Total da Amostra.

Setor	Subsetor	Total da Amostra	Sexo Feminino	Sexo Masculino
Câmara Fria	Congelamento	46	0	46
	Expedição	35	0	35
	Estocagem	19	0	19
	Apontamento	19	0	19
	Placas Horizontais	8	0	8
	Subtotal	127	0	127
Cortes e Dessosa	Nória Exportação	92	46	46
	Mesa da Coxa	19	8	11
	Mesa da Asa	10	8	2
	Cortes Especiais	60	35	25
	Secundária	22	6	16
	Bandeja	18	16	2
	Cortes Mercado Interno	75	30	45
	Subtotal	296	149	147
Gotejamento	Gotejamento	27	0	27
	Subtotal	27	0	27
Industrializados	Espetinho	10	3	7
	Peito Salgado	35	13	22
	Lingüiça/Salsicha	57	24	33
	Carne	6	0	6
	Mecanicamente Separada			
	Miúdos	5	1	4
	Embalagens	9	4	5
	Subtotal	122	45	77
	Total	572	194	378

Os números relativos aos trabalhadores que compuseram a amostra, por setor, encontram-se no (Quadro 3.1).

Quadro 3.1 - Estrutura da Amostra Utilizada na Pesquisa.

Setor	N	n
Cortes e desossa	1130	296
Câmara fria	185	127
Industrializados	175	122
Gotejamento	30	27
Total	1520	572

3.5 Variáveis do Estudo

As variáveis que foram avaliadas seguem abaixo.

Variáveis independentes:

- Sexo,
- Idade,
- Segura ou não o produto,
- Uso de luvas,
- Temperatura de superfície das mãos,
- Temperatura do ar,
- Temperatura de superfície do produto,
- Umidade relativa do ar,
- Velocidade do ar,
- Tempo de atividade em exposição a baixas temperaturas.

Variáveis dependentes:

- Escala de sensação térmica - ASHRAE
- Tremor no início da jornada de trabalho,
- Tremor no meio da jornada de trabalho,
- Tremor no final da jornada de trabalho,
- Falta de força nas mãos,
- Falta de agilidade nas mãos,
- Dormência nas mãos,
- Gripe,

- Outras doenças respiratórias (faringite, laringite, bronquite, sinusite e rinite),
- Doenças músculo-esqueléticas,
- Lesão nas mãos.

3.6 Procedimentos

- Inicialmente, foi aplicado questionário e entrevista piloto em trinta trabalhadores. Sendo que com vinte trabalhadores realizou-se a aplicação do questionário e a entrevista foi realizada com os outros dez;
- Tanto os questionários como as entrevistas foram analisadas e reestruturadas e em seguida aplicados à amostra;
- O questionário foi composto por questões abertas, fechadas e mistas. Estas abordaram assuntos pertinentes ao conforto térmico, saúde e desempenho. Com perguntas que abordaram o estado de saúde pré-admissional, bem como as intercorrências durante a vida ocupacional. Em relação ao desempenho do trabalhador, as questões procuraram correlacionar os afastamentos do trabalho com a possível ligação com a exposição ao frio, conforme o questionário (ANEXO B);
- Para avaliar a resposta humana as variáveis ambientais em relação à sensação térmica utilizou-se um método subjetivo, a escala ASHRAE (Quadro 2.1), adaptando-a de acordo com o ambiente térmico em questão. Utilizando-se ao invés, dos sete pontos apenas quatro: -3,

muito frio; -2, frio; -1, levemente frio e 0, neutro; pertinentes a ambientes frios;

- As medidas das variáveis ambientais, que interferem no conforto e conseqüentemente no desempenho do trabalhador foram obtidas através dos seguintes instrumentos:
 - Higrômetro digital foi utilizado para medir a umidade relativa do ar. Marca Testo 650 H1, modelo 05606051, nº de série 204 00000026, certificado de calibração nº 01.314, com escala de 0 à 100 %. O mesmo aparelho, com dupla função, foi utilizado para medir a temperatura ambiente, com escala de -20 à +70º C.
 - Anemômetro digital para medir a velocidade relativa do ar. Marca Testo 405 V1, modelo 05604051, nº de série 1120001311, certificado de calibração nº 01.315. Expresso pela unidade m/s.
 - Minitermômetro de superfície utilizado para quantificar a temperatura de superfície das mãos e do produto. Instrumento de referência Testo 650 com sonda 0628 0015/0001. Modelo 09000519, com escala de -50 à +250 ºC. Caracterizando-se como método objetivo para avaliar a resposta humana as variáveis ambientais.

3.6.1 Diretrizes para obtenção dos dados

As diretrizes seguidas para obtenção dos dados que se referem as variáveis ambientais, conforto térmico, saúde, e desempenho estão citadas a seguir:

- As medições das variáveis ambientais foram realizadas duas vezes ao dia, durante três dias. Com a orientação e colaboração dos técnicos de segurança do trabalho do frigorífico. As avaliações termoambientais foram colhidas em diversos pontos de cada um dos setores e calculou-se uma média de tais variáveis.
- Não foram medidas tais variáveis dos subsetores que apesar de pertencerem aos setores objeto da pesquisa, não expõem o trabalhador a baixas temperaturas. Como é o caso dos almoxarifados, escritórios e sala de máquinas pertencentes ao setor de gotejamento, de cortes e desossa, câmara fria e de industrializados.
- Os questionários foram entregues a cada chefe de setor, de cada um dos dois turnos. Os trabalhadores levaram-nos para responder em casa, de maneira que com tal procedimento não prejudicaria a produção e aumentaria o número de participantes, por que não perderiam o intervalo que é destinado ao descanso. A distribuição e a coleta dos mesmos foram feitas no período de duas semanas, prazo necessário estabelecido pelos chefes dos setores para que todos os questionários fossem levados, respondidos e devolvidos. Devido ao grande número da amostra.
- Os questionários que não foram corretamente respondidos não foram considerados.

3.6.2 Viabilização do estudo

Entre as etapas anteriormente citadas algumas providências foram tomadas e incluídas para a viabilização da pesquisa.

- O envio de um ofício solicitando à Cooperativa Agrícola Consolata à permissão para a realização da pesquisa ;
- A exposição dos objetivos da pesquisa aos técnicos de segurança do trabalho que auxiliaram na coleta das variáveis ambientais;
- Acompanhamento junto aos chefes dos setores para atentá-los quanto à devolução dos questionários pelos os integrantes da amostra.

3.6.3 Etapas da coleta de dados

A coleta dos dados foi realizada nos meses de julho e agosto de 2002. Onde foram adotados os seguintes procedimentos:

- Primeiramente os técnicos de segurança do trabalho da empresa foram convidados a analisar o questionário e sugeriram modificações. Com o intuito de torná-lo acessível a todos os trabalhadores;
- Em seguida os questionários foram distribuídos aos chefes dos respectivos setores e em seguida entregues aos voluntários participantes da amostra;
- As eventuais dúvidas a respeito do correto preenchimento dos questionários ficou a cargo dos chefes dos setores;

- Posteriormente os questionários foram sendo devolvidos, de acordo com o estipulado (até o prazo de duas semanas);
- Como último procedimento fez-se a coleta das variáveis ambientais: temperatura do ar, temperatura das mãos, temperatura do produto, umidade relativa do ar e velocidade relativa do ar.

3.6.4 Limitações do estudo

A pesquisa apresenta limitações que interferem na extrapolação dos resultados obtidos, como os destacados a seguir:

- Literatura escassa na área e falta de pesquisa em âmbito nacional no que concerne a trabalhos realizados sob baixas temperaturas;
- A utilização do questionário;
- À distância entre o município onde foram feitos a coleta dos dados e o domicílio do pesquisador.

3.7 Análise dos Dados e Tratamento Estatístico

A organização dos dados e obtenção das medidas de variabilidade e de posição respondendo aos objetivos que se referem as variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura da mão, temperatura do produto, umidade relativa

do ar e velocidade do ar), foi aplicada a estatística descritiva (valores máximos, valores mínimos, média, desvio padrão e coeficientes de variação).

Para a detecção de diferenças entre as variáveis ambientais por setor, foram feitas análises de variância (ANOVA), utilizando-se os setores como tratamentos e teste de Tukey para detecção de diferenças entre as médias, ao nível de significância 5% (Mendes, 1999).

Para a verificação de correlação foi utilizado o modelo de análise de regressão linear simples entre cada uma das variáveis independentes (segura ou não o produto, temperatura da mão, temperatura do ar, temperatura do produto, umidade relativa do ar, velocidade relativa do ar, sexo, idade, tempo de trabalho e uso de luvas) e das variáveis dependentes (sensação térmica, tremor no início, tremor no meio, e tremor no final da jornada de trabalho, falta de força, agilidade e dormência nas mãos, gripe, outras doenças respiratórias, doenças reumáticas e músculo-esqueléticas, lesão nas mãos e doenças pré-existentes), ao nível de significância 5% pelo teste F de Snedecor (SNEDECOR, 1948).

Os procedimentos estatísticos usados nesta pesquisa foram obtidos através do auxílio do Programa Excel, versão 2000.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Representatividade Amostral

Á amostra foi composta por 572 trabalhadores, divididos em quatro setores e dezenove subsetores, tendo maior incidência do sexo masculino.

As Figuras 4.1, 4.2 e 4.3 e as Tabelas 4.1 e 4.2 mostram a representatividade, em termos percentuais, das variáveis independentes, exceto as que compõem os parâmetros ambientais: sexo, idade, segura ou não o produto, tempo de trabalho sob baixas temperaturas e se faz ou não uso de luvas.

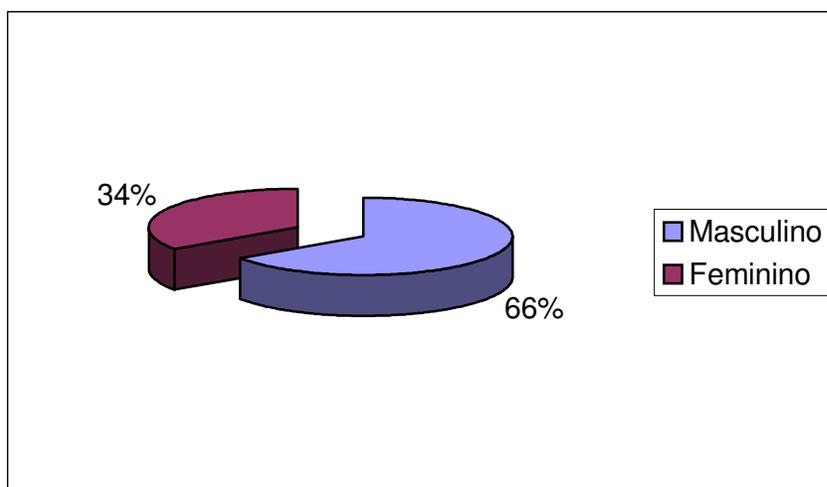


Figura 4.1 - Porcentagem do Sexo dos Trabalhadores Expostos a Baixas Temperaturas do Total da Amostra.

Tabela 4.1- Distribuição por Faixa Etária dos Trabalhadores Expostos a Baixas Temperaturas do Total da Amostra.

Faixa Etária (anos)	Total da Amostra	Porcentagem (%)
18 – 22	246	43
23 – 27	130	23
28 – 32	120	21
33 – 37	46	8
38 – 42	15	2,5
Acima de 43	15	2,5
Total	572	100

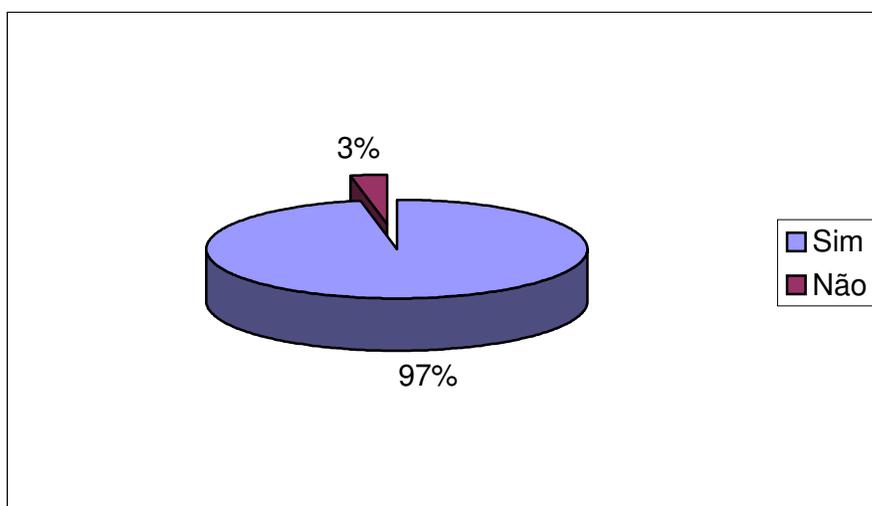


Figura 4.2 - Porcentagem dos Trabalhadores Expostos a Baixas Temperaturas do Total da Amostra, que Seguram ou não o Produto.

Tabela 4.2 – Distribuição por Faixa de Meses de Trabalho dos Trabalhadores Expostos a Baixas Temperaturas do Total da Amostra.

Tempo de Trabalho (meses)	Porcentagem do Tempo de Trabalho (%)
Até 6	32,0
7 – 18	25,0
19 – 30	18,2
31 – 42	8,2
43 – 54	6,5
55 – 66	1,2
67 – 78	0
79 – 90	2,0
91 – 102	2,6
Acima de 103	4,4

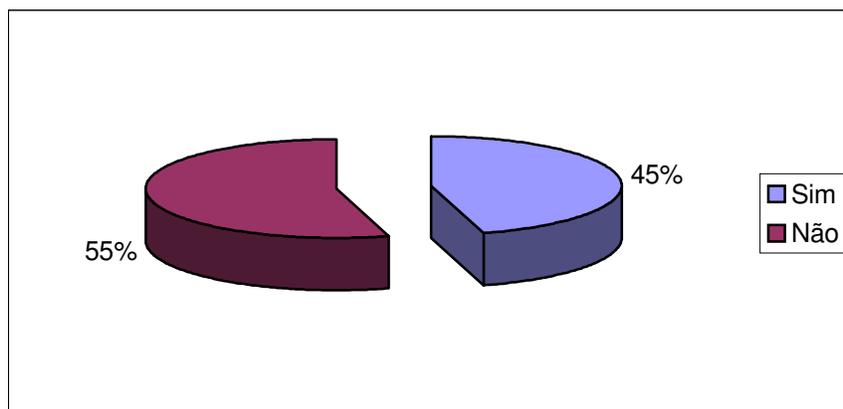


Figura 4.3 - Porcentagem dos Trabalhadores Expostos a Baixas Temperaturas do Total da Amostra, que Fazem ou não Uso de Luvas.

Além das variáveis acima apresentadas, os trabalhadores amostrados foram questionados a respeito de outros fatores que poderiam influenciar no seu desempenho, como por exemplo se a vestimenta é suficiente e confortável para trabalhos sob baixas temperaturas Figuras 4.4 e 4.5 e a sensação de conforto térmico, conforme ASHRAE (Figura 4.6).

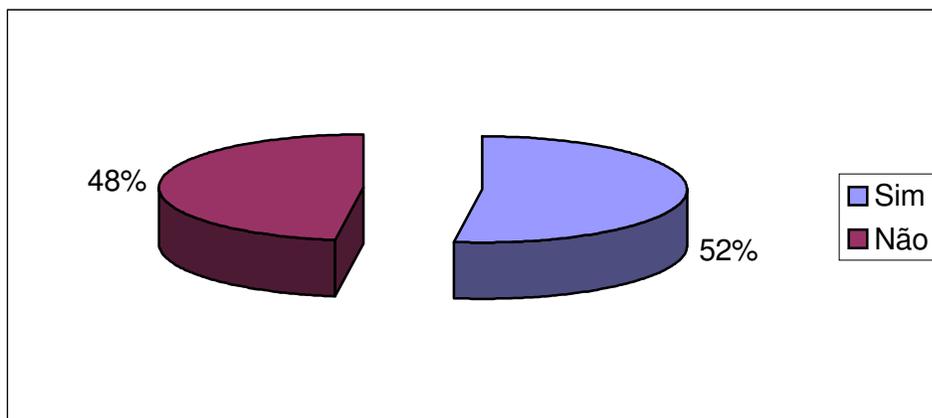


Figura 4.4 - Porcentagem dos Trabalhadores Expostos a Baixas Temperaturas do Total da Amostra, que Consideram ou não a Vestimenta Suficiente.

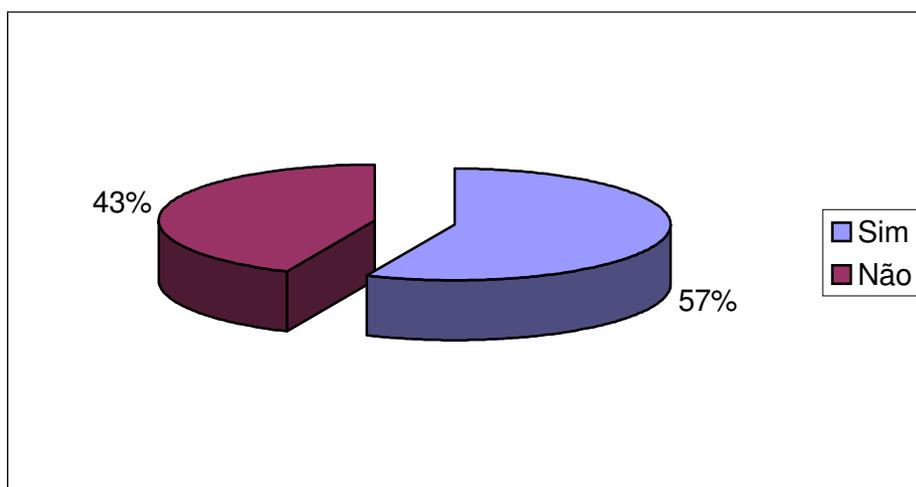


Figura 4.5 - Porcentagem dos Trabalhadores Expostos a Baixas Temperaturas do Total da Amostra, que Consideram ou não a Vestimenta Confortável.

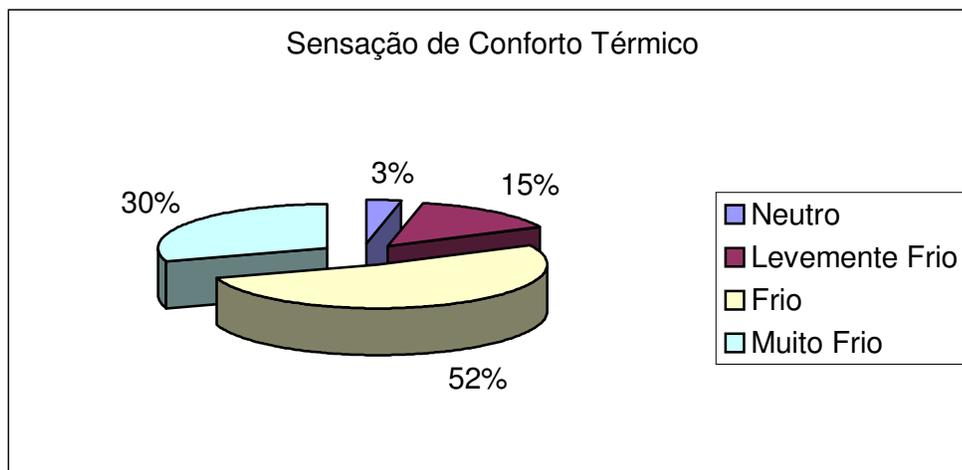


Figura 4.6 - Representação da Sensação de Conforto Térmico, Conforme Escala ASHRAE, Total da Amostra.

4.2 Caracterização do Ambiente de Trabalho

Seguem abaixo os setores que caracterizam o processo geral de trabalho no abatedouro de aves:

- **Galpão de repouso** - Com capacidade para nove caminhões e possuindo doze nebulizadores, com um sistema semi-aberto, sendo as laterais são forradas por cortinas de polietileno azul, onde as aves são submetidas por aproximadamente 3 horas a uma aspensão de água contínua, além da penumbra azul proporcionada pelas cortinas de polietileno, com o objetivo de evitar o *stress* dos frangos *ante-mortem* causados pela incidência de luz e calor (Figura 4.7).



Figura 4.7 - Imagem Ilustrativa de um Galpão de Repouso.

Fonte: www.avivar.com.br/processo.html

- **Recepção e pendura** - A seção é totalmente separada do restante das operações, evitando-se que na transferência das aves para linha de processamento ocorra contaminação. A recepção é um local parcialmente fechado onde o caminhão com 252 caixas (cada caixa com 10 aves) é acoplado e em um sistema de descarregamento semi-automático onde as caixas são colocadas sobre a mesma plataforma e transportadas até a mesa da pendura. A pendura é realizada em sala própria parcialmente aberta e dotada de iluminação artificial azul. Operação durante a qual as aves são removidas das caixas através das coxas e penduradas nos ganchos da nória pelos pés iniciando o processo do abate. As gaiolas são higienizadas, desinfetadas e recolocadas em caminhão previamente lavado e desinfetado.

- **Insensibilização e sangria** - Nesta etapa é efetuada a imobilização das aves submetendo-as a uma imersão com água, com corrente elétrica de 35 a 40 volts, onde suas cabeças são submersas por aproximadamente 7 segundos, produzindo-se um circuito elétrico com ganchos, atravessando a carcaça da ave. Na seqüência são sangradas por incisão na jugular no sangrador automático e efetuada a revisão humana com faca pré-esterelizada. Por aproximadamente 3 minutos as aves passam pelo túnel de sangria, onde é praticamente esgotado o sangue circulante (Figuras 4.8 e 4.9).



Figuras 4.8 e 4.9 - Imagens Ilustrativas dos Setores de Insensibilização e Sangria.
Fonte: www.avivar.com.br/processo.html

- **Escaldagem e depenagem** - Em chuveiro de alta pressão, com temperatura de 50-60° C, as aves são lavadas na região da cloaca com duplo objetivo de reduzir a carga microbiana e a quantidade de fezes da região. Em seguida são submetidas durante 56 segundos a uma imersão em água quente (60° C) e agitada, renovada constantemente (4,07 m³/h). As penas são removidas por uma série de depenadoras *on line*. As depenadoras são adjacentes ao tanque de escaldagem evitando-se o resfriamento da carcaça. O processo é realizado pela ação mecânica dos dedos de borracha presos a tambores rotativos. A operação das depenadoras é controlada para que se possa obter uma carcaça de boa aparência, evitando-se machucados, rupturas e arranhões na pele e até a quebra dos ossos (Figuras 4.10 e 4.11).



Figuras 4.10 e 4.11 - Imagens Ilustrativas dos Setores de Escaldagem e Depenagem.

Fonte: www.avivar.com.br/processo.html

Em ambiente separado, faz-se a depenagem manual com a retirada de resíduos de plumas, principalmente na região da sambiqueira e asas.

Ao final do processo são avaliadas as condições da carcaça na pré-inspeção, por um funcionário do SIF (Serviço de Inspeção Federal). Logo após, é realizada a lavagem da carcaça em um chuveiro de alta pressão com água a 1 ppm de cloro livre. Os pés são cortados automaticamente e seguem para o depilador. Em seguida, são transportados por um sistema hidramático com calha de aço inox e resfriador contínuo. A carcaça segue para a sala de evisceração.

- **Evisceração** - A remoção das vísceras é realizada por máquinas automáticas, iniciando-se com a retirada da cloaca, corte do abdômen e eventração. Através de visualização macroscópica na carcaça e vísceras, correspondentes da Inspeção Federal identificam anomalias físicas. O coração e o fígado são retirados e classificados separadamente para serem transportados por bomba pneumática até os resfriadores contínuos correspondentes. O restante das vísceras segue para a máquina de moela, onde as vísceras comestíveis são separadas das demais, sendo aberto e lavado o conteúdo estomacal e retirada a cutícula. Após, passam pela centrífuga com duplo objetivo de lavar e retirar a gordura. Ao final, a moela é lançada em bomba pneumática até o resfriamento subsequente. A cabeça é retirada na navalha automática. Na seqüência, é realizada a reinspeção por parte do SIF, com a certificação da não identificação de anomalia física no animal, antes da retirada mecânica, automática e simultânea do papo, traquéia e esôfago. Ao final do processo é efetuada remoção da película d'água em chuveiro de alta pressão (3 atm) água com cloro livre de 1 ppm. As atividades desenvolvidas neste setor são: revisão no transferidor de nórias,

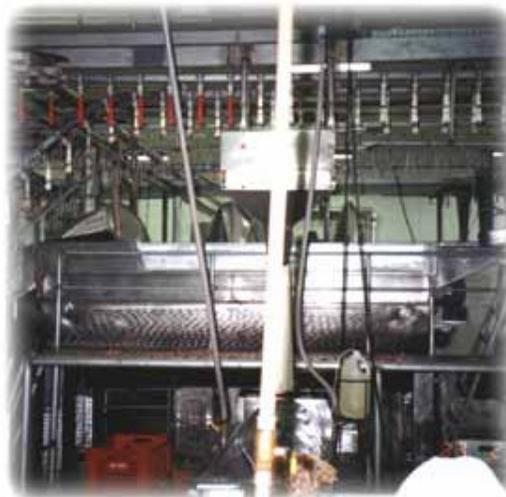
corte de abdômen, revisão da evisceradora, pendura e corte de condenados, carregamento de cortes de condenados para o chiller, retirada de miúdos, limpeza e lavagem de moelas, revisão de extração de pulmão e traquéia, revisão de corte de pescoço, revisão de extração de esôfago, limpeza do piso e calhas de respingos e rejeitos, SIF e análise dos condenados (Figura 4.12).



Figuras 4.12 - Imagem Ilustrativa do Setor de Evisceração.
Fonte: www.avivar.com.br/processo.html

- **Resfriamento** - Processo que pendura o frango por aproximadamente 1 hora, com absorção de 8 % de água do peso inicial da carcaça.
 - **Pré-resfriamento** - A carcaça deixa a nória através do desingatador e é imersa no tanque de pré-resfriamento em água com fluxo contracorrente com cloro livre de 1 ppm, com renovação de água de 1,9 l/ave e temperatura controlada e inferior a 16° C.
 - **Resfriamento** - Nesta etapa do processo as aves são imersas em tanques contendo água em fluxo contracorrente, com duplo objetivo: lavar e resfriar a carcaça, com renovação na 1ª etapa de 0,5 l/ave e 0,60 l/ave na 2ª etapa. A água nos tanques contém no mínimo 1 ppm

de cloro livre e temperatura controlada a 3º C no máximo, permitindo que as carcaças atinjam temperaturas abaixo de 7º C (Figura 4.13).



Figuras 4.13 - Imagem Ilustrativa dos Setores de Pré-resfriamento e Resfriamento.
Fonte: www.avivar.com.br/processo.html

- **Gotejamento** - A água residual da carcaça é retirada pós-resfriamento em peneira rotativa. Os frangos são recolocados nos ganchos da nória, sendo que estes podem ser destinados a sala de cortes ou para a sala de embalagem. Sendo assim, a carcaça é submetida aproximadamente 3 minutos a um gotejamento em calha de aço inox.

Sala de cortes e desossa - Seção climatizada com temperatura entre 10 e 12º C, onde são realizados cortes para o mercado interno e externo. As mesas são metálicas, com sistema de esteiras rolantes com laterais fixas, onde ficam os trabalhadores. As tarefas consistem em realização de cortes e desossa de frangos, embalagem de produtos e lavagem de caixas, bacias e pranchetas. Os EPI's utilizados são capacete de segurança, avental impermeável, luva em malha de aço, bota em PVC, protetor auricular (concha), luva em látex ou luva nitrílica (antialérgica) e uniforme para sala climatizada (Figura 4.14).



Figuras 4.14 - Sala de Cortes e Desossa .

Fonte: www.copacol.com.br

- **Câmara fria:**

- **Carregamento e expedição** - A temperatura ambiente é de 6 a 10° C aproximadamente. É feito o carregamento de caminhões e transporte de *páletes* com paleteiras de produtos resfriados e congelados. Acoplamento dos veículos que possuem equipamentos que mantêm a temperatura e umidade relativa do ar adequado para manutenção da integridade do alimento. Os *minicontêiners* são carregados através de um sistema de eleva *car* para o interior do *contêiner*. A Inspeção Federal certifica-se de que as temperaturas do produto e dos caminhões sejam adequadas. Alimentos resfriados entre -2 e + 4° C e alimentos congelados -12 a -18° C.

- **Congelamento e estocagem:**

- **Congelamento estático** - No túnel de congelamento estático a temperatura ambiente é de -34° C. Os produtos são submetidos ao congelamento durante 22 a 24 horas e retirados com temperatura

interna mínima de -18°C . O congelamento dos industrializados se dá em 120 minutos.

- **Congelamento automático** - As caixas dos produtos são colocadas na esteira interligada ao túnel de congelamento automático e transportados por via aérea até o túnel que em um sistema de carga e descarga contínuo e totalmente automático que permite a multialimentação em 14 níveis com capacidade para 60 toneladas de produto acabado, com retenção variável do produto e temperatura ambiente de -35°C . Os produtos destinados à comercialização sob resfriamento são submetidos ao processo por 2 a 3 horas, enquanto os destinados ao congelamento por 8 a 10 horas.
- **Câmara de estocagem para congelados** - Subdividida em duas câmaras, a câmara 1 armazena os produtos por até um ano em *paletes* metálicos a no mínimo -20°C , e na câmara 2, a armazenagem é realizada por um sistema *drive*, onde as caixas de produtos acabados são dispostos na forma de um *paleta* e recobertos por um filme plástico esticável (*stretch*) e armazenado em *drives* específicos para cada produto. Os peitos embalados são acondicionados em minicontêiners e colocados em *drives* específicos para posterior transporte dos *contêiners* (Figura 4.15).



Figuras 4.15 - Imagem Ilustrativa da Câmara de Estocagem para Congelados.

Fonte: www.avivar.com.br/processo.html

- **Câmara de estocagem para produtos resfriados** - Através de um sistema de resfriamento de teto manual e dotada de paredes de cloretano armazena os produtos destinados à comercialização sob resfriamento a uma temperatura ambiente de 0 a -2º C.
- **Câmara de estocagem para produtos inacabados** - Possuindo sistema semelhante à câmara de estocagem de produtos resfriados, esta se destina ao armazenamento de produtos inacabados por um tempo máximo de 48 horas para que sejam utilizados na industrialização.
- **Congelamento de placas** - Em sala climatizada a aproximadamente 6º C faz-se o congelamento por contato dos produtos, principalmente do peito destinado a exportação, entre 1,5 a 2 horas. O produto deixa o processo atingindo uma temperatura interna de -18º C, no mínimo. A tarefa consiste em armazenar em *paletes* e colocar nos túneis para congelamento; transporte dos *paletes*; colocar para congelar bandejas

metálicas e retirá-las colocando em caixas para estocagem. Os EPI's utilizados na câmara fria são capacete de segurança, capuz térmico, calça e jaqueta térmica, bota térmica, protetor auricular concha, luva em látex e luva térmica.

- **Apontamento e ensaque** - Local onde os produtos são registrados quanto à quantidade e especificidade e colocados em suportes metálicos ou colocados em esteira rolante. Plastificação de caixas com produtos resfriados e congelados e montagem de *paletes*.
- **Industrializados** - Em seção climatizada entre 10 e 12º C, são processados a lingüiça frescal, mortadela, espetinhos, salsicha, hambúrguer, peito com sal, entre outros.

- **Carne mecanicamente separada (CMS)** - Com temperatura ambiente de 10 a 12º C, é o local onde se realiza a trituração dos dorsos resultantes da carcaça desossada. Os dorsos são triturados mecanicamente e o produto resultante é transferido de forma automática para os congeladores de placas que por aproximadamente 75 minutos, congelam as placas com uma temperatura interna de - 12º C, no mínimo. A tarefa consiste em retirar carcaças da nória; controlar a entrada de ossos na máquina de moer ossos; encher recipientes para o congelamento; retirar barras de CMS e plastificá-las. Os EPI's utilizados são o capacete de segurança, uniforme para sala climatizada, bota em PVC, protetor auricular concha, luva em látex, avental impermeável e máscara facial completa com cartucho de amônia.
- **Embutidos (salsicha e lingüiça)** - A tarefa consiste em temperar produtos, moer carne, bater massa para mortadela no *cuter*, embutir lingüiça e mortadela, fazer espetinho, embalar e pesar produtos. Os EPI's utilizados são o capacete de segurança, uniforme para sala climatizada, bota em PVC, protetor auricular (concha), luva em látex e em malha de aço e avental impermeável.
- **Sala de miúdos** - Classificação e embalagem de miúdos. São lavados e resfriados fígados, pés, moelas e corações por imersão, em tanques individuais contendo água em fluxo contracorrente com cloro livre de 5 ppm e temperatura controlada de 4º C, tendo renovação de água 1,5 l/Kg de produto a cada hora. Os EPI's utilizados são o capacete de segurança, uniforme para sala climatizada, bota em PVC ou térmica,

protetor auricular (concha), luva em látex e em malha de aço, avental impermeável.

- **Espetinho** - A tarefa consiste em dosar e misturar temperos, colocar produtos no cubo e cortar, injetar espetinhos, selar embalagem de papelão, pesar e embalar sacos plásticos.
- **Peito salgado** - A tarefa consiste em colocar peitos no *tambler*, dosar temperos, colocar peitos em bandejas, levar e retirar bandejas do congelamento, retirar peitos das bandejas e embalar.
- **Embalagem** - Nesta etapa do processo são colocados nas carcaças os pacotes de miúdos contendo pés, moela e fígado e na seqüência são acondicionados em bolsas plásticas e classificadas em balança automática. Alguns são submetidos à retirada de pescoço com tesoura automática.

Dessas seções da estrutura operacional da empresa, são de interesse para esta pesquisa as pertencentes à: gotejamento; sala de cortes e dessoradora (nória exportação, mesa da coxa, mesa da asa, cortes especiais, secundária, bandeja, cortes mercado interno); câmara fria (congelamento, expedição, estocagem, apontamento e placas horizontais), industrializados (CMS, salsicha/lingüiça, miúdos, espetinho e peito salgado).

Para a caracterização geral do ambiente de trabalho, fez-se a estatística descritiva das variáveis independentes (temperatura do ar, temperatura do produto, umidade relativa do ar, velocidade do ar e temperatura da mão) que refletem os parâmetros ambientais, Tabela 4.3. Através da análise dos dados da estatística descritiva percebeu-se um erro padrão e conseqüente variância elevada.

Uma vez que ficou indicado que existem valores diferentes, procedeu-se a análise de variância (ANOVA), baseada na distribuição “F” de Snedecor para verificar se o $F_{\text{calculado}}$ era maior que F_{tabelado} (ou $F_{\text{crítico}}$ do resultado da ANOVA pelo EXCEL versão 2000) indicando que existia pelo menos uma das médias diferentes das demais.

Tabela 4.3 - Estatística Descritiva das Variáveis Independentes.

	Temperatura da Mão (° C)	Temperatura do Ar (° C)	Temperatura do Produto (° C)	Umidade Relativa do Ar (%)	Velocidade Relativa do Ar (m/s)
Média	11,4	8,1	2,0	71,5	0,4
Erro padrão	0,1	0,6	0,6	0,6	0,0
Mediana	11,4	12,2	6,3	71,6	0,4
Modo	11,8	12,2	4,6	79,8	0,4
Desvio padrão	2,6	13,2	14,5	13,9	0,1
Variância da amostra	6,9	174,9	211,3	192,5	0,0
Mínimo	6,9	-35,7	-45,4	9,5	0,2
Máximo	18,4	15,3	11,7	99,3	0,5
Soma	6533,1	4623,0	1148,5	40890,9	201,1
Contagem	572,0	572,0	572,0	572,0	572,0

Como todos os $F_{\text{calculado}}$ pela ANOVA para cada variável independente foram maiores que os $F_{\text{críticos}}$ (tabelados), conforme Tabela 4.4, de fato existem diferenças entre os ambientes de trabalho abordados.

Tabela 4.4 - Dados de $F_{\text{calculado}}$ e $F_{\text{crítico}}$ Resultantes da ANOVA dos Parâmetros Ambientais.

Variável Independente	F	F crítico
Temperatura do ar	483,2731	1,882604
Velocidade do ar	2,533646	1,882604
Umidade relativa	74,26148	1,882604
Temperatura do produto	733,7019	1,882604
Temperatura da mão	19,88315	1,882604

Uma vez que existiram diferenças em pelo menos um tratamento, fez-se necessário conhecer quais os tratamentos eram diferentes. Assim, utilizou-se um teste auxiliar para comparar as médias e identificar qual ou quais as médias que se diferenciavam. Optou-se pelo teste de Tukey por ser um dos mais utilizados pelos pesquisadores, internacionalmente. As Tabelas 4.5 a 4.9 demonstram as médias obtidas pelo teste de Tukey.

As Tabelas 4.5 a 4.9, mostraram que existem de fato diferenças entre os ambientes de trabalho, o que indica que foi possível colher dados entre trabalhadores submetidos a condições diferentes, em termos de intensidade das variáveis independentes.

Tabela 4.5 - Grupos de Temperatura do Produto Obtida por Subsetor.

Subsetor	Temperatura do Produto (°C)*
Embalagem	15,27 a**
Secundária	15,13 b
Mesa da Coxa	14,50 bc
Cortes Mercado Interno	14,27 c
Sala de Miúdos	13,80 d
Nória Exportação	13,60 e
Bandeja	12,93 e
Mesa da Asa	12,90 e
Expedição	12,23 e
Cortes Especiais	12,23 ef
Lingüiça/Salsicha	12,23 ef
Espetinho	10,17 ef
Carne Mecanicamente Separada	9,77 fg
Salgado	7,63 fgh
Gotejamento	6,97 fgh
Estocagem	6,90 gh
Placas Horizontais	6,30 gh
Apontamento	6,03 h
Congelamento	-35,73 i

*médias obtidas de 3 repetições; ** letras minúsculas iguais indicam ausência de diferenças significativas entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de significância 5%.

Tabela 4.6 - Grupos de Temperatura da Mão Obtidos por Subsetor.

Subsetor	Temperatura da Mão (°C)*
Embalagem	15,27a**
Secundária	15,13 a
Mesa da coxa	14,50 ab
Cortes Mercado Interno	14,27 abc
Sala de Miúdos	13,80 bc
Nória Exportação	13,60 bc
Bandeja	12,93 c
Mesa da Asa	12,90cd
Expedição	12,23 cd
Cortes Especiais	12,23 cd
Lingüiça/Salsicha	12,23 cd
Espetinho	10,17 cde
Carne Mecanicamente Separada	9,77 cde
Peito Salgado	7,63 cde
Gotejamento	6,97 cde
Estocagem	6,90 cde
Placas Horizontais	6,30 de
Apontamento	6,03 e
Congelamento	-35,73 f

*médias obtidas de 3 repetições; ** letras minúsculas iguais indicam ausência de diferenças significativas entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de significância 5%.

Tabela 4.7 - Grupos de Velocidade do Ar Obtidos por Subsetor.

Subsetor	Velocidade do Ar m/s*
Secundária	0,51 a**
Sala de Miúdos	0,49 a
Mesa da Coxa	0,46 a
Mesa da Asa	0,41 a
Expedição	0,39 a
Cortes Mercado Interno	0,38 a
Bandeja	0,38 a
Cortes Especiais	0,38 a
Peito Salgado	0,38 a
Congelamento	0,36 a
Nória Exportação	0,34 a
Embalagem	0,34 a
Lingüiça/Salsicha	0,30 a
Apontamento	0,26 a
Espetinho	0,25 a
Gotejamento	0,25 a
Estocagem	0,24 ab
Carne Mecanicamente Separada	0,22 b
Placas Horizontais	0,16 b

*médias obtidas de 3 repetições; ** letras minúsculas iguais indicam ausência de diferenças significativas entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de significância 5%.

Tabela 4.8 - Grupos de Temperatura Relativa do Ar Obtidos por Subsetor.

Subsetor	Temperatura do Ar (°C)*
Embalagem	15,27 a**
Secundaria	15,13 a
Mesa da coxa	14,50 ab
Cortes M. Interno.	14,27 ab
Sala de Miúdos	13,80 ab
Nória Exportação	13,60 ab
Bandeja	12,93 ab
Mesa da asa	12,90 b
Expedição	12,23 bc
Cortes Especiais	12,23 bc
Lingüiça/Salsicha	12,23 c
Espetinho	10,17 cd
Carne Mecanicamente Separada	9,77 d
Peito Salgado	7,63 e
Gotejamento	6,97 e
Estocagem	6,90 e
Placas Horizontais	6,30e
Apontamento	6,03e
Congelamento	-35,73 f

*médias obtidas de 3 repetições; ** letras minúsculas iguais indicam ausência de diferenças significativas entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de significância 5%.

Tabela 4.9 - Grupos de Umidade Relativa do Ar Obtidos por Subsetor.

Subsetor	Umidade Relativa do Ar (%)*
Estocagem	99,27 a**
Apontamento	98,73 a
Sala de Miúdos	95,37 b
Gotejamento	83,70 c
Mesa da Coxa	80,93 cd
Nória Exportação	79,83 cde
Mesa da Asa	75,00 de
Lingüiça/Salsicha	73,83 de
Secundária	72,87 de
Bandeja	72,53 e
Peito Salgado	71,60 ef
Cortes Especiais	70,40 ef
Cortes Mercado Interno	70,23 ef
Carne Mecanicamente Separada	68,27 efg
Embalagem	63,80 fg
Espetinho	63,37 g
Expedição	61,40 h
Placas Horizontais	50,97 i
Congelamento	41,60 j

*médias obtidas de 3 repetições; ** letras minúsculas iguais indicam ausência de diferenças significativas entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de significância 5%.

4.3 Análise de Regressão Linear Simples

A Tabela 4.10 demonstra a significância das correlações encontradas através da análise de variância (ANOVA) das regressões lineares simples ao nível de significância 5%, pelo teste F de Snedecor (SNEDECOR, 1948), utilizado para concluir se dois ou mais tratamentos diferem significativamente ou não entre si.

Tabela 4.10 - Resultado das Análises de Regressão entre as Variáveis Dependentes da Primeira Coluna e as Independentes da Primeira Linha.

	Segura ou não o Produto	Temperatura da Mão - °C	Temperatura do Ar - °C	Temperatura Produto - °C	Umidade Relativa do ar - %	Velocidade do Ar - m/s	Sexo	Idade - meses	Tempo Trabalho - meses	Uso de Luvas
Sensação Térmica	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns
Tremor Início	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Tremor Meio	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns
Tremor Final	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Falta de Força	ns	ns	*	*	ns	ns	*	ns	ns	*
Falta de Agilidade	ns	ns	*	*	ns	ns	*	ns	ns	*
Dormência	*	*	*	*	*	ns	*	ns	ns	*
Gripe	ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns
Outras doenças Respiratórias	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Doenças Músculo-Esqueléticas	ns	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns
Lesão nas Mãos	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

A notação “ns” corresponde a regressões não significativas e “*” corresponde às significativas, ao nível de significância 5% pelo teste F de Snedecor.

4.3.1 Sensação térmica - ASHRAE

A variável dependente sensação térmica foi estatisticamente explicada pelas variáveis independentes, temperatura do produto e pelo sexo.

Dos trabalhadores que compuseram a amostra 97% seguram o produto e apenas 3% não. Daqueles que seguram o produto 82,3% consideraram a sensação térmica como muito fria e fria, 29,9% e 52,4% respectivamente. Destes 14,5% levemente fria e 3% neutra. Dentre todos os votos o de maior incidência correspondeu a 7,4% (frio) e com temperatura do produto de 4,6º C. Cabe lembrar que a temperatura do produto oscilou entre 11,7 e -45,4ºC.

Em relação ao sexo (Figura 4.1), 66% do total da amostra eram do sexo masculino e 34% do sexo feminino. A Tabela 4.11 demonstra a sensação térmica em relação ao sexo, lembrando que as variáveis ambientais apresentaram diferença estatística entre os vários subsetores.

Tabela 4.11 – Freqüência do Sexo na Escala da ASHRAE de Sensação Térmica.

	Muito Fria	Fria	Levemente Fria	Neutra	Total
Masculino	22,3 %	55,3 %	18,6 %	3,7 %	
Freqüência	84	208	70	14	376
Feminino	44,4 %	46,4 %	6,6 %	2,5 %	
Freqüência	87	91	13	5	196

Segundo Kroemer et al. (1986) o sexo tem pouca influência na temperatura preferida, embora alguns estudos apontem que as mulheres são mais sensíveis a pequenas variações de temperatura. Por outro lado verificaram que em relação à

idade, as pessoas mais velhas, geralmente preferem temperaturas mais quentes a jovens. Atribuindo o fato a decorrência dos diferentes níveis de metabolismo e da precisão do mecanismo de regulação térmica.

Dos trabalhadores expostos ao frio, em pesquisa realizada entre 1989 a 1993, os trabalhadores do sexo feminino abandonaram o trabalho mais precocemente que os homens, devido a queixas relacionadas com o frio (ANDERSSON, 1997). Confirmando os resultados obtidos onde o maior percentual que relatou a sensação térmica “muito fria” foi composto por mulheres.

Sanders e McCormick (1992), relataram que o conceito de conforto térmico pode ser ambíguo em virtude das variações individuais. Ele pode ser influenciado pela natureza do trabalho, pelo aquecimento das roupas, e ainda pelas estações do ano.

Para Toftum e Nielsen (1996) a sensação térmica é principalmente influenciada pelos parâmetros físicos como temperatura do ar e velocidade do ar, por exemplo, na percepção subjetiva de desconforto das correntes de ar que foram estudadas. Uma das razões para um grande número de queixas das pessoas que trabalham em correntes de ar sentindo levemente frio ou frio é que elas são mais sensíveis as correntes de ar do que as pessoas que tem uma sensação térmica neutra.

E estudos realizados por Blomkvist e Gard (2000) demonstram que as mulheres não sentem mais frio que os homens. Conflitando com os dados desta pesquisa onde as sensações de “muito fria” e “fria” entre as mulheres totalizou 90,8% e entre os homens 77,6%.

As sensações térmicas obedecem à mesma lei psicológica como muitas outras modalidades sensoriais tais como ruído e luminosidade (STEVENS, 1975;

STEVENS e STEVENS, 1960), pela qual a magnitude da sensação psicológica cresce em função da intensidade física do estímulo. Nesta pesquisa os achados conflitam com esta observação uma vez que nos setores onde a sensação térmica “muito fria” correspondeu a 29,8% do total dos votos da amostra, a temperatura do ar oscilou entre 15,3 a 7,6° C. E onde a temperatura do ar de 12,2° C fez um total de 38,8% entre os votos “muito fria”.

Os votos que corresponderam à sensação de “fria” perfizeram um total de 52,3% do total da amostra, onde em 96,7% dos votos “fria” a temperatura do ar oscilou entre 15,1 a 6° C e apenas 3,3% com temperatura do ar igual a -35,7° C.

Fine (1961) demonstrou que a exposição a um estímulo de frio extremo causou nos indivíduos não acostumados ao frio a avaliação “fria” na escala térmica e “levemente fria” nos indivíduos com exposições anteriores ao frio.

Diferenças nas respostas fisiológicas no frio tem sido demonstrada entre diferentes grupos étnicos e geográficos (HELLSTRÖM, 1965) e também entre sexos (BURSE, 1979).

Enander (1984) indicou uma adaptação psicológica acerca de indivíduos acostumados ao frio, resultando em redução de dor e sensação de frio. Segundo ele à adaptação à sensação de frio depois de repetidas exposições capacita o homem a tolerar condições extremas com menos reações negativas.

Através da análise de regressão simples a variável independente tempo de trabalho não foi estatisticamente significativa, porém, muitos autores salientam que indivíduos não acostumados a trabalhar no frio são particularmente suscetíveis a efeitos não específicos do frio, e há evidências que o treinamento e hábitos podem melhorar o desempenho consideravelmente, confirmando as pesquisas de (FINE,

1961; HELLSTRÖM, 1965; BURSE, 1979; ENANDER, 1984). Correspondência da escala da ASHRAE com o tempo de trabalho (Tabela 4.12).

Há evidências da adaptação fisiológica nos grupos acostumados ao frio, experimentando menor sensação de frio e dor em relação aos grupos não acostumados em temperatura das mãos equivalente (ENANDER,1984).

Um número de fatores pode alterar ou modificar as respostas do indivíduo em exposição ao frio, por exemplo, os seguintes: fisiológicos, estado emocional, composição corporal, nacionalidade, proteção e habitação (HENSCHERL citado por MEEHAN, 1957).

Tabela 4.12 - Relação do Tempo de Trabalho em Meses com Escala ASHRAE de Sensação Térmica; em Porcentagem do Total da Amostra.

Tempo de Trabalho (meses)	Tempo de Trabalho (%)	Muito Fria (-3) (%)	Fria (-2) (%)	Levemente Fria (-1) (%)	Neutra (0) (%)
Até 6	32,0	33,0	33,6	24,1	26,3
7 – 18	25,0	27,6	26,0	26,5	0
19 – 30	18,2	20,5	15,6	19,3	31,6
31 – 42	8,2	4,7	8,6	8,4	31,6
43 – 54	6,5	5,3	7,6	6,0	0
55 – 66	1,2	0,6	1,7	1,2	0
67 – 78	0	0	0	0	0
79 – 90	2,0	2,4	1,3	2,4	0
91 – 102	2,6	2,4	1,7	4,8	10,5
Acima de 103	4,4	3,5	4,0	7,3	0
Total	100	100	100	100	100

4.3.2 Tremor durante o início, o meio e o final da jornada de trabalho

A variável dependente tremor no início da jornada de trabalho não foi estatisticamente explicada, porém as variáveis dependentes tremor no meio e no final da jornada de trabalho foram estatisticamente explicadas e juntas corresponderam a um total da amostra de 23,9%.

A variável dependente, tremor no meio da jornada de trabalho foi estatisticamente explicada pelas variáveis independentes temperatura do produto e idade.

As Tabelas 4.3 e 4.13, apresentam alguns resultados da estatística descritiva da temperatura do produto e da idade, respectivamente. Nos resultados desta pesquisa 18% da amostra total apresentou tremor durante o meio da jornada de trabalho. Destes 68,8% apresentaram idade entre 18 - 29 anos e 31,2% idade entre 30 e 53 anos. E a temperatura do produto oscilou entre 11,7 a -5,8° C, sendo que a maior percentagem, 45,6% tinha contato com o produto a 11,7° C.

Tabela 4.13 - Estatística Descritiva da Idade dos Trabalhadores sob Baixas Temperaturas, do Total da Amostra.

Idade (anos)	
Média	25,5
Erro padrão	0,3
Mediana	23,5
Modo	20
Desvio padrão	6,5
Variância da amostra	41,7
Mínimo	18
Máximo	53
Soma	14599
Contagem	572

O sistema motor dos animais homeotérmicos é conhecido por fazer o importante papel na termorregulação devido à condução da termorregulação motora e a termogênese do tremor. A termogênese do tremor consta de tônus muscular

termorregulador (pré-tremor) e tremor de frio (BURTON e BRONK, 1937). O resfriamento pode prejudicar o desempenho manual via vários mecanismos. No entanto, a maior parte deles é atribuída através da diminuição da temperatura dos músculos e diminuição da flexibilidade das articulações melhor que a interação neural entre tremor e atividade muscular voluntária. Os músculos, tendões e líquido sinovial contribuem para a diminuição no desempenho muscular tornando-se evidente quando sua temperatura está abaixo de 28° C, e a temperatura da pele está abaixo de 24° C (HAVENITH et al., 1995).

Segundo Meigal et al. (1993), o modelo da unidade motora ativa durante o tônus muscular termorregulador e tremor correspondem com a unidade motora ativa durante a atividade muscular voluntária e espontânea.

Bell et al. (1992) sugerem que os movimentos voluntários podem ser afetados pelo tremor do frio. A intensidade do tremor do frio foi quantificada por eletrodos de superfície. De tal modo que a maior intensidade de tremor nos músculos proximais pode inevitavelmente provocar distúrbios no desempenho muscular no frio.

Para Meigal et al. (1998) a influência do distúrbio do tremor do frio nos movimentos voluntários e precisos no homem não tem sido quantificado, e os mecanismos, os quais ajudam a compensar estes distúrbios não são conhecidos, confirmando os resultados do autor anteriormente citado.

A forte contração voluntária dos músculos pode fazer parar o tremor do frio por um curto espaço de tempo, segundos (IZRAEL et al., 1993). Isto significa que a contração voluntária pode dominar o tremor do frio (MINUT-SOROKHTINA e LUPANDIN, 1984).

A variável dependente tremor no final da jornada de trabalho foi estatisticamente explicada pela variável independente temperatura da mão.

Em relação ao total da amostra 5,9% apresenta tremor no final da jornada de trabalho. Sendo que 50% destes apresentaram temperatura da mão de 11,8°C, a variação da temperatura da mão se deu entre 18,4 e 8,6°C, dentre os que apresentaram tremor neste período (Tabela 4.14).

Tabela 4.14 - Relação do Tremor no Final da Jornada de Trabalho com a Temperatura da Mão.

Temperatura da Mão (°C)	Frequência que Apresenta Tremor no Final da Jornada de Trabalho	%
18,4	2	5,8
15,3	3	9,0
11,8	17	50,0
11,3	1	3,0
8,7	9	26,5
8,6	2	5,8
Total	34	100

Os estudos de Meigal et al. (1998) concluem que com uma temperatura média da pele de 26 a 27°C, omitem as propriedades mecânicas dos músculos e articulações como um provável mecanismo de influência na força de produção do tremor.

Ainda os autores supracitados afirmam em suas pesquisas que o tremor do frio pode aumentar a força de trabalho o qual pode ser visto como aumento da amplitude da atividade do trabalho muscular na eletromiografia. Estes resultados confirmam os estudos de (WINKEL e JORGENSEN, 1991; GIESBRECHT e BRISTOW, 1992; BELL, 1993; RISSANEN et al., 1996). No entanto, a amplitude da eletromiografia também pode revelar a diminuição através do resfriamento (PETROFSKY e LIND, 1980).

A reação local ao frio se dá pela diminuição da circulação sanguínea e deste modo na dissipação de calor (EDWARDS e BURTON, 1959). Em condições constantes de resfriamento a sensação geral de frio é relatada pela temperatura média da pele baixa (VOKAC et al., 1971), e o desconforto do frio é marcadamente aumentado pelo tremor (MARCUS e BELYAVIN, 1978).

A sensação local de frio tende a tornar-se mais intensa com o aumento do tempo de exposição, enquanto sensações de aquecimento tendem a tornar-se menos intensas (WOODS et al., 1967). A afirmação confirma os resultados da pesquisa que não demonstrou significância estatística com as variáveis investigadas do aparecimento do tremor no início da jornada de trabalho.

4.3.3 Desempenho manual

4.3.3.1 Falta de força nas mãos

A variável dependente falta de força nas mãos foi estatisticamente explicada pelas variáveis independentes, temperatura do ar, temperatura do produto, sexo e uso de luvas.

Nos resultados desta pesquisa onde 22,9% do total da amostra e 23,6% do total dos que seguram o produto apresentaram diminuição de força nas mãos. A temperatura do ar oscilou entre 7,6 e 15,3°C e a maior incidência deu-se à temperatura do ar de 12,2°C com 46,5% do total da amostra.

A falta de força em relação à temperatura do produto ocorreu com variação entre -5,8 a 11,7°C, onde 42,7% do total da amostra manipulam o produto a 11,7°C e 26,7% a 6,3°C.

Dos 23,6% do total da amostra que apresentaram falta de força nas mãos 15,2% não faz uso de luvas com apenas 7,9% que faz o seu uso. Quanto ao sexo os que relataram falta de força nas mãos 64,1% pertencem ao sexo masculino e 35,9% ao sexo feminino.

A força de preensão nas mãos é principalmente determinada pela força que pode ser desenvolvida pelos músculos do membro superior e antebraço, a força máxima desenvolvida é relatada como o número de contração-rápida das fibras musculares (FOX e MATHEWS, 1981).

Segundo Doubt (1991) os músculos resfriados têm uma diminuição da capacidade de gerar força de contração. E como consequência pode ser necessário recrutar mais unidades motoras de contração muscular rápida. O resfriamento da musculatura esquelética reduz a força de contração e aumenta a taxa de fadiga. Esta colocação dá suporte aos resultados encontrados nesta pesquisa, visto que a temperatura do ar e temperatura do produto estatisticamente explicaram a falta de força.

Em estudos realizados por Petrofsky e Lind (1980) concluíram que a máxima contração voluntária e o tempo de resistência isométrica do antebraço diminuíram quando a temperatura da água foi inferior a 20° C.

Hellström (1965) mostrou que a força de preensão reduz gradualmente quando a temperatura da pele da mão diminui abaixo de cerca de 25° C e a temperatura dos músculos do antebraço reduzem abaixo de cerca de 30° C.

A correlação entre temperatura da pele e força de preensão da mão demonstrou que há diminuição do desempenho com o aumento do tempo de exposição (HAVENITH et al., 1995); dando suporte a relação encontrada neste

estudo onde a temperatura baixa interferiu diretamente na contração muscular, resultando em diminuição da força dos músculos das mãos.

Por outro lado, estudos realizados por Imamura et al. (1998) não demonstraram nenhuma diferença entre -10 e 20°C , nem correlação entre temperatura da pele dos dedos e força de preensão da mão foi encontrado. Onde a temperatura da pele da mão diminuiu de $20,1$ para $1,7^{\circ}\text{C}$, e a temperatura do antebraço de $27,2$ para $0,8^{\circ}\text{C}$, durante 40 minutos de exposição à -10°C .

No entanto Tanaka et al. (1981) confirmam os resultados acima, mostrando que a força dos braços não é afetada pelo resfriamento. Resultados estes que confirmam o estudo em questão onde a temperatura da mão não demonstrou significância estatística.

4.3.3.2 Falta de agilidade

A variável dependente falta de agilidade foi estatisticamente explicada pelas variáveis independentes temperatura do ar, temperatura do produto, sexo e uso de luvas. Sendo estatisticamente explicada pelas mesmas variáveis independentes da falta de força nas mãos.

A representatividade da amostra que apresentou falta de agilidade foi composta por um total de $42,1\%$, sendo $24,5\%$ do sexo masculino e $17,6\%$ do sexo feminino. Destes 15% faziam uso de luvas e $27,1\%$ não.

Em relação à temperatura do ar houve oscilação entre $7,6$ e $15,3^{\circ}\text{C}$, sendo que a maior percentagem, $52,6\%$ encontrava-se em ambiente com temperatura do ar entre $12,2$ e $13,6^{\circ}\text{C}$.

A temperatura do produto teve uma oscilação entre -5,8 a 11,7°C, com maiores incidências de falta de agilidade com 23,6% a 11,7°C e 15,7% a 4,6°C.

A temperatura central e temperatura média da pele parecem ter pouca importância para o desempenho nos testes motores finos. Se a temperatura local da pele não cair abaixo de 15°C, não há seguramente nenhuma perda do desempenho. A destreza é fortemente influenciada pela temperatura ambiente, tanto quanto o sujeito é influenciado. Apesar da dificuldade em separar, temperatura central e temperatura média da pele parece jogar a menor parte para destreza quando comparada a temperatura local da pele da mão e dos dedos (HEIN, DAANEN e HAVENITH, 1995).

Dados que corroboram com os estudos de Daanem et al. (1993) que encontraram uma diminuição na destreza dos dedos em temperatura da pele abaixo de 14°C, e que são confirmados por Gavhed e Holmer (1996) que salientam que a função manual é prejudicada quando a temperatura das mãos e dos dedos fica abaixo de 20°C e uma importante perda de destreza ocorre abaixo de 15°C. Dados anteriormente citados que confirmam aos encontrados nesta pesquisa.

Clark (1961) e Enander (1984) corroboram que o frio influencia negativamente no desempenho manual e o prejuízo do desempenho cognitivo foram estudados por (BADDLEY et al., 1975). Os autores anteriormente citados confirmam os resultados desta pesquisa uma vez que quase 50% da amostra apresentou diminuição do desempenho manual.

Alguns autores relatam que se as mãos forem mantidas aquecidas, igualmente se o resto do corpo estiver frio, esta diminuição na destreza dos dedos não é observado.

A diminuição da destreza dos dedos tem sido observada quando o braço é congelado, com exceção das mãos, indicando que o aumento da viscosidade do líquido sinovial não é o único fator envolvendo esta diminuição. De fato isto indica que uma perda da destreza das mãos pode ser observada mesmo quando o líquido sinovial não é afetado. Este decréscimo é provavelmente causado por algum prejuízo dos músculos do braço, uma vez que o resfriamento dos músculos poderia diminuir a circulação sangüínea e conseqüentemente o metabolismo (LeBLANC, 1956).

Daanem (1993) em estudo sobre queixas do frio, registro da destreza e sensação térmica, concluiu que quando a sensação térmica das mãos é desconfortavelmente fria, havia perda do desempenho de 40% e 29% em relação a condições neutras.

A proteção das mãos é o maior problema no frio, uma vez que elas são anatomicamente e fisiologicamente suscetíveis a perda de calor (VAN DILLA et al., 1949). Além da colocação dos autores, ocorre um baixo índice de utilização das luvas, as quais servem como barreira mecânica ajudando a diminuir a dissipação de calor.

Por outro lado o uso adequado de luvas de proteção para minimizar a perda de calor pode prejudicar a função manual (GROTH e LYMAN, 1959).

Assim é compreensível que a literatura em relação ao frio enfatize a performance e destreza manual, enquanto omite outras medidas de desempenho e efeitos subjetivos (DUSEK, 1957; PROVINS e CLARKE, 1960).

A maior diminuição no desempenho manual foi encontrada depois de um lento resfriamento. Isto poderia ser de grande interesse para este estudo em relação ao frio subjetivo e taxa de resfriamento ampliando-se para a mais vasta extensão

das taxas de resfriamento e comparando-os com os efeitos correspondentes no desempenho.

Dedos e mãos frias limitam o trabalho em superfícies frias (HOLMÉR, 1995), e o resfriamento do antebraço e das mãos são prejudiciais ao desempenho da destreza manual (GIESBRECHT e BRISTOW, 1992).

O nível de desempenho em condições abaixo do normal demonstra ter um pequeno ou nenhum valor no desempenho depois da exposição ao frio em estudo da discriminação tátil (MORTON e PROVINS, 1960), no entanto, Horvath e Freedman (1947) encontraram aumento na diminuição do desempenho em dois testes em sujeitos com desempenho inicial mais pobre.

Teichner (1958) sugeriu que o hábito em ambientes frios diminui a distração influenciada pelo frio e deste modo é capaz de melhorar o desempenho no frio. Daanem et al. (1993) encontraram uma diminuição na destreza dos dedos em temperatura da pele abaixo de 14^o C.

Os estudos de Hein e Havenith (1995) concluíram que a temperatura média da pele raramente influencia no desempenho da destreza manual, mas o desempenho é principalmente influenciado pela temperatura local da pele das mãos e dos braços.

4.3.3.3 Dormência nas mãos

A variável dependente dormência nas mãos foi estatisticamente explicada pelas variáveis independentes, uso de luvas, segurar o produto, temperatura da mão, temperatura do ar, temperatura do produto, umidade relativa do ar e sexo. Um

efeito comum que surge no frio é a sensação de dormência e perda de sensibilidade nos dedos. Muitos métodos têm sido aplicados para estabelecer como a sensibilidade esta relacionada com o frio.

Do total da amostra 42,8% apresentaram dormência nas mãos sendo que destes apenas 15,74% fazem uso de luvas e os outros 27% não; dos 97% que seguram o produto 44 % apresentou dormência e a maior porcentagem 56% não. Por outro lado dos 3% que não seguram o produto 0,18% apresentam dormência e 3,25% não. Podendo-se concluir que o fato de ter contato direto com o produto é fator relevante no surgimento da dormência.

A temperatura da mão variou entre 8,6 e 18,4°C no aparecimento da dormência, onde a maior incidência se deu com a temperatura da mão entre 11,3 e 11,8°C correspondendo a 55,5% do total.

Mackworth (1953) concluiu que a mudança confiável na sensibilidade ocorre apenas quando a temperatura da pele está tão baixa quanto 10 e 15°C, mas no final da inspeção da curva indica uma considerável perda de sensibilidade com uma temperatura da pele entre 20 e 15°C. Dados que dão suporte aos resultados deste estudo onde a maior perda de sensibilidade coincide com a temperatura entre 10 e 15°C.

Em estudos realizados por Geng e Holmér (2001) o tempo para a temperatura de contato alcançar a temperatura crítica é notavelmente menor a baixas temperaturas de superfície. No início da curva de resfriamento a temperatura de contato caiu rapidamente, depois mudou para uma queda mais constante. A transferência de calor da pele da mão relativamente aquecida para a superfície fria depende das características da interface, a superfície da pele dos dedos e a superfície do material frio. O que nos sugere que as variações ocorridas com o

produto em questão, o frango, poderiam ser diferentes se o produto manipulado fosse outro.

No que se refere à umidade relativa do ar à variação deu-se entre 9,5 a 80,9% com a maior incidência, 23,2% com umidade relativa a 73,8%. Em relação à temperatura do ar o maior índice ocorreu a 12,2º C com uma representatividade de 33 % e com oscilação entre 7,6 e 15,3º C.

A temperatura do produto oscilou entre -5,8 a 11,7º C e apresentando uma maior incidência, 23,2% a uma temperatura de 11,7º C.

Para os autores acima mencionados a variação individual na sensação de dor ocasionada pelo frio foi muito grande. Alguns indivíduos sentiram frio extremo a temperatura de contato de 7º C, considerando que alguns sentiram frio a uma temperatura de contato de -3º C. Quando a temperatura de contato chegou abaixo de 0º C em 30 segundos, ocorreu o aparecimento de uma pinta branca na base dos dedos com uma sensação de dormência. Dados que confirmam os encontrados no estudo em questão onde houve uma grande variação de temperatura de contato em relação ao surgimento da dormência, entre -5,8 e 11,7º C.

Em relação ao sexo 57,5% do total da amostra que manifestaram dormência são do sexo masculino e 42,5% do sexo feminino.

A melhora da sensibilidade tátil depois de repetidas exposições ao frio tem sido atribuída ao aumento local de circulação sanguínea (MACKWORTH, 1956).

Muitos estudos têm demonstrado a mudança de sensibilidade no homem (GRIFFITHS e McINTYRE, 1974; McINTYRE, 1976) e diferenças no ambiente térmico (FINE, 1958).

Quando pequenas áreas da pele são estimuladas, a adaptação é mais rápida para temperaturas acima da pele do que para temperaturas abaixo (KENSALO e

SCOTT, 1966), o que dá suporte aos resultados que confirmam a influência da baixa temperatura no surgimento da dormência das mãos.

4.3.4 Doenças relacionadas ao frio

4.3.4.1 Gripe

A variável dependente gripe foi explicada estatisticamente pelas variáveis independentes temperatura do ar, temperatura do produto e umidade relativa do ar.

A temperatura do produto explicando estatisticamente a gripe variou entre - 5,8 a 11,7^o C; sendo a maior incidência entre 4,6 e 6,3^o C perfazendo um total de 46,1%.

Quanto à umidade relativa do ar a oscilação ocorreu entre 9,5 e 80,9% com a maior incidência entre 70,2 e 79,8% de umidade do ar totalizando 56,1% da amostra.

No que se refere à temperatura do ar em relação à gripe a maior ocorrência deu-se à temperatura de 12,2^o C com 32% do total da amostra e com variação entre 7,6 e 15,3^o C.

Para Soto et al. (1977) a presença de umidade elevada e a utilização de calçados úmidos, molhados ou muito apertados, são fatores que influenciam na troca de calor entre o membro e o meio.

Os danos à saúde a que comumente se sujeitam os trabalhadores expostos ao frio são alterações no equilíbrio homeotérmico dos trabalhadores, com aparecimento de tremores, sonolência, coma e problemas respiratórios (REVISTA PROTEÇÃO, 1995). Esta afirmação dá suporte aos resultados desta pesquisa onde foi estatisticamente explicado o surgimento da gripe bem como dos tremores.

4.3.4.2 Doenças músculo-esqueléticas

A variável dependente doenças músculo-esqueléticas foi explicada estatisticamente pelas variáveis independentes temperatura da mão, temperatura do ar, temperatura do produto, umidade relativa do ar e velocidade do ar.

O índice de aparecimento de doenças músculo-esqueléticas compôs 35,7% do total da amostra, onde a temperatura da mão variou de 8,6 a 18,4° C e a maior incidência deu-se a 11,8° C com 38,2%.

A temperatura do ar oscilou entre 7,6 e 15,3° C, com 36,8% a uma temperatura de 12,2° C. O produto teve variação de temperatura de -5,8 a 11,7° C com a maior percentagem, 30% a 11,7° C.

A umidade relativa do ar entre 70,2 e 73,8% representou 68,3% dos 35,7% do total e apresentou oscilação de 9,5 com apenas 2,4%, até 80,9% de umidade relativa do ar. E por sua vez a velocidade relativa do ar teve variação entre 0,22 e 0,51 m/s com 37,7% a uma velocidade de 0,38 m/s.

Há limites para a variação da adaptabilidade humana ao ambiente. O desempenho humano é significativamente afetado pela temperatura ambiente (SANDERS e McCORMICK, 1992), confirmando os resultados desta pesquisa, onde a determinadas intensidades destas variáveis não acarretou em prejuízos sobre o desempenho e a saúde do trabalhador.

Segundo Enander (1984) a forte reação ao estímulo do frio em tempo excessivo pode refletir em uma grande ameaça ao homem pelo contínuo resfriamento do corpo do que pelo contínuo aquecimento, devido à relativa ineficiência da vasoconstrição na regulação da temperatura do corpo quando comparado a vasodilatação e suor.

Hunter et al. (1952) depois de alguns trabalhos neste sentido, concluíram que o aumento da fricção das articulações, devido ao aumento da viscosidade do líquido sinovial, poderia ser suficiente para explicar a rigidez do frio, observada no frio. Os achados desta pesquisa enaltecem a afirmação, pois foram estatisticamente significativos em relação às doenças músculo-esqueléticas as variáveis ambientais temperatura da mão, temperatura do ar, temperatura do produto, umidade relativa do ar e velocidade relativa do ar que interferem para que um ambiente seja considerado frio.

Tem sido observado por Kristensen e Christensen (1983) que um grande número de queixas das correntes de ar, ocorrem simultaneamente em pessoas que trabalham expostas a baixas temperaturas no processamento de carne.

Em pesquisas realizadas por Toftum e Nielsen (1996) as respostas subjetivas mostraram que pessoas que sentem a sensação de levemente frio, percebem significativamente o movimento do ar como mais desconfortável do que pessoas que tem uma sensação neutra, quando a velocidade do ar era a mesma.

A influência da sensação térmica na porcentagem de pessoas insatisfeitas devido a correntes de ar. Nenhuma influência consistente na sensação térmica foi encontrada, apesar de que a sensação térmica levemente fria pareceu aumentar as queixas de corrente de ar a baixas velocidades do ar e diminuir as queixas de corrente de ar a altas velocidades do ar.

Além de Hunter et al. (1952) outros autores Meeusen e Lievens (1986); Oosterveld et al. (1992) descreveram uma relação linear entre articulações e temperatura da pele. Eles não observaram a destreza e a temperatura intra-articular, mas a linearidade entre articulações e temperatura da pele pode ser usada para descrever os valores limites da temperatura intra-articular, corroborando com os

resultados desta pesquisa que levantou a variável temperatura da mão como fator significativo na ocorrência das doenças músculo-esqueléticas.

4.3.4.3 Lesão nas mãos

A variável dependente lesão nas mãos foi estatisticamente explicada pela variável independente temperatura da mão.

Em relação ao total da amostra apenas 4% apresentou lesão nas mãos provocada pelo frio. Sendo que com temperatura da mão a 18,4° C, 21,8%; com temperatura a 15,3° C, 39, %; com temperatura a 11,8° C, 34,8% e a 10,8° C, 4,3%. A temperatura mínima foi de 10,8° C e a máxima de 18,4° C.

Aonde 4,48% da amostra que apresentou lesão nas mãos não fazia o uso de luvas e apenas 3,08% sim.

Segundo Beeley et al. (1993) apesar das orelhas e outras partes da face poder ser afetadas, e casos esporádicos de injúrias nas genitálias masculinas, as mais significantes e severas injúrias ocorrem nas mãos e pés. O pé é quase sempre a extremidade afetada, como resultado de algumas combinações como: frio, umidade, imobilização e calçados apertados por longos períodos de tempo.

Em estudos realizados por Blomkvist e Gard (2000) reportam que as mulheres apresentam significativamente mais lesões provocadas pelo frio em relação aos homens, estudos que não corroboram com os resultados desta pesquisa onde as mulheres somaram apenas a percentagem de 35% e os homens de 55%.

4.4 Doenças pré-existent

O baixo índice de preexistência das doenças relatadas 15,5% do total da amostra, nos dá uma indicação de que as condições de trabalho realmente sejam fator preponderante no surgimento das doenças devido à exposição ocupacional. Sendo que o ambiente térmico de baixa temperatura foi um importante dado a ser relacionado com o ambiente de trabalho.

5 CONCLUSÃO

5.1 Conclusões

A partir dos dados obtidos por meio desta pesquisa pôde-se concluir que os trabalhadores expostos a baixas temperaturas estão sujeitos a influências termoambientais que norteiam a atividade.

Uma vez que a sensação térmica muito fria ou fria teve grande incidência do sexo feminino e explicada estatisticamente também pela temperatura do produto; concluiu-se que as mulheres são mais sensíveis a baixas temperaturas em relação aos homens. E em virtude de um grande número de estudos realizados onde demonstram a adaptação fisiológica dos trabalhadores, depois de repetidas exposições ao frio, experimentando menor sensação de frio em relação aos trabalhadores não adaptados em temperaturas das mãos equivalentes. Desta forma seria interessante evitar a rotatividade de trabalhadores no setor frigorífico, (procurar manter os trabalhadores), para que não se necessite permanentemente de tempo para que ocorra esta adaptação em novos trabalhadores; bem como manter as mulheres em setores onde as temperaturas sejam mais altas.

Devido a grande incidência do aparecimento de tremor durante o meio e o final da jornada de trabalho, conclui-se que realmente a sensação local de frio tende a tornar-se mais intensa com o aumento do tempo de exposição; e que o desconforto do frio é acentuadamente marcado pelo tremor, que por sua vez pode causar distúrbios no desempenho manual. Uma vez que a reação local ao frio ocorre devido a diminuição da circulação sanguínea local e conseqüente dissipação de calor. Desta forma conclui-se da necessidade de aumentar as pausas para a realização de exercícios físicos, com especial atenção às extremidades, mãos e pés com o intuito de aumentar a geração de calor endógena.

Em relação ao desempenho manual conclui-se que a diminuição da força muscular, a falta de agilidade e o aparecimento de dormência teve um índice de aparecimento um tanto quanto mais significativo nos trabalhadores que não faziam o uso de luvas, assim como o índice de acidentes manuais. A falta de força muscular e de agilidade incidiram substancialmente em temperaturas do produto entre 11 e 12º C, dados estes que confirmaram os resultados de pesquisas anteriores onde o prejuízo do desempenho manual só ocorria em temperaturas de contato iguais ou inferiores a 15º C. No que se refere a dormência conclui-se que o fato de segurar o produto foi fator preponderante no seu aparecimento. Verificou-se também a ocorrência de um baixo índice de utilização de luvas, as quais tem como função formar uma barreira mecânica diminuindo a dissipação de calor; embora ela possa parcialmente prejudicar a função manual, o seu uso ainda traz nitidamente mais benefícios ao desempenho manual em relação ao não uso. Concluindo-se que a utilização de luvas se faz imprescindível para um desempenho manual satisfatório.

No que se refere às doenças músculo-esqueléticas, todas as variáveis ambientais medidas neste estudo: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade relativa do ar, temperatura da mão e temperatura do produto, foram fatores preponderantes no seu aparecimento. Visto que a literatura cita que a rigidez causada pelo frio ocorra devido ao aumento da fricção das articulações, em decorrência do aumento da viscosidade do líquido sinovial, quando o organismo está exposto a baixas temperaturas. Desta forma concluindo-se que há, mais uma vez a necessidade de aumentar o calor endógeno para que não ocorra o espessamento do líquido sinovial; por meio da realização de exercícios físicos e a utilização de luvas (como mencionados anteriormente) e o sistema de rodízio dos trabalhadores entre os diversos setores assim como o rodízio de tarefas. Para que o trabalhador

esteja sujeito a diferentes intensidades destas variáveis ambientais, não permanecendo o mesmo exposto as variáveis mais críticas como por exemplo em contato com o produto de menor temperatura, para desta forma amenizar as conseqüências sobre a sua saúde e desempenho.

Conclui-se que em relação às doenças pré-existentes o baixo índice de pré-existência das doenças nos dá uma indicação de que as condições das variáveis ambientais (baixas temperaturas) sejam fator preponderante para o surgimento das mesmas.

É essencial o conhecimento e treinamento do trabalhador sobre o ambiente frio, assim como a melhoria dos equipamentos com uma adaptação antropométrica dos EPI's e das vestimentas, estas devem possuir isolantes térmicos para que não ocorra a infiltração de umidade e leveza para possibilitar livre movimentação do trabalhador.

5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Em virtude da carência de estudos em âmbito nacional a cerca das atividades ocupacionais realizadas em exposição a baixas temperaturas seria interessante à realização de estudos sobre o desempenho manual e a utilização de luvas.

Fazer um estudo voltado às doenças pré-existentes e as doenças adquiridas depois da atividade ocupacional em exposição ao frio, com o intuito de levantar quais os reais danos à saúde oriundos do frio.

Seria também interessante a realização de pesquisa sobre a destreza manual tocando em produtos de diferentes temperaturas.

REFERÊNCIAS

- ALI, S. A. Dermatoses ocupacionais. In: Vieira, S. I. **Medicina básica do trabalho**.v.I. Curitiba: Gênese, 1994. Cap.XI, p.283-341.
- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. In **ACGIH: TLVs and BEIs: threshold limit values for chemical substances and physical agents biological exposure indices**. Cincinnati, USA. 1998.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. In **ASHRAE: Fundamentals Handbook (SI)**. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.1993,Chapter 8. Physiological Principles and Thermal Comfort.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. In **ASHRAE: Fundamentals Handbook (SI)**. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 1997, Chapter 8. Physiological Principles from Comfort and Health.
- ANDERSSON, A. Personal communication. **Statistic Sweden**. v.13. jan. 1997.
- ASTETE, M. W.; GIAMPAOLI, E. ; ZIDAN, L. N. In: **Riscos físicos**. São Paulo: Fundacentro, 1987, p.49-53.
- AVIVAR Alimentos do Brasil. Disponível em: <<http://www.avivar.com.br/processo.html>> Acesso em: 21 dez. 2002.
- BADDLEY, A. D. et al. Cognitive efficiency of divers working in cold water. **Human Factors**. v.17, p.446-454, 1975.
- BATIZ, E. C. Fisiologia do Trabalho. UFSC/Depto. de Engenharia de Produção e Sistemas. Apostila. Florianópolis, out. 2001.
- BATTISTELLA, L. R. et al. Artrite reumatóide. In: LIANZA, Sérgio. **Medicina de reabilitação**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. p.241-251.
- BEELEY, J.M.; SMITH, D. J. ; OAKLEY, E. Environmental hazards and health. **British Medical Bulletin**. Alverstoke, UK, v.49, n.2, p.305-325,1993.
- BLOMKVIST, A. C e GARD, G. Computer use in cold environments. **Applied Ergonomics**. Lund, Sweden, v.27, p.239-245, 2000.
- BURSE, R. L. Sex differences in human thermoregulatory response to heat and cold stress. **Human Factors**, v.21, p.687-699, 1979.
- BURTON, A. C. e BRONK, D. W. The motor mechanism of shivering and thermal muscular tone. **Journal of Physiology**. v.119, p.284, 1937.

CLARK, R. E. The limiting hand skin temperature for unaffected performance in the cold. **Journal of Applied Psychology**. v.45, p.193-194, 1961.

CLEZAR, C. A. e NOGUEIRA, C. R. **Ventilação Industrial**. Florianópolis, UFSC, 1999.

CLIMAS do Brasil. Disponível em: <<http://www.safetyguide.com.br>>. Acesso em: 01 abr. 2002.

COPACOL: o mundo do frango. Disponível em: <www.copacol.com.br>. Acesso em: 31 jan. 2003.

COUTO, H. A. Temperaturas Extremas. **In: Fisiologia do trabalho aplicada**. Belo Horizonte: Ibérica, 1978. 295p.

DAANEM, H. A. M. **Thermoregulation of the hands of a subject with blood flow complainants**. Soesterberg, N L, 1993.

DAANEM, H. A. M.; WAMMES, L. J. A.; VRIJIKOTTE, T. G. M. **Windchill and dexterity**. Soesterberg, N L, 1993.

DOUBT, T. J. e HSIEH, S. Additive effects of caffeine and cold water during submaximal leg exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.23, n.4, p.435-442, 1991.

DUL, J. e WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

DUSEK, E. R. Effect of temperature on manual performance. In: FISHER, F. R. **Protection and functioning of the hand**. Washington: National Academy of Sciences, 1957.

DUTRA, A. R. de A. **Introdução à ergonomia: condições de trabalho**. UFSC/PPGEP. Florianópolis, 2000. Apostila.

EDWARDS, M. e BURTON. A. C. Correlation of heat output and blood flow in the finger, especially in cold-induced vasodilation. **Journal of Applied Physiology**. v.15, n.2, p.201-208, 1959.

ENANDER, A. Performance and sensory aspects of work in cold environments. **Ergonomics**. Solna, Sweden, v.27, n.4, p.365-378, apr. 1984. Review.

FANGER, P.O e CHRISTENSEN, N. K. Perception of draught in ventilated spaces. **Ergonomics**. v.29, n.2, p.215-235, 1986.

FANGER, P.O. **Thermal comfort: Analysis and applications in environmental engineering**. United State: McGraw-Hill Book Company, 1970.

FIALHO, F.e SANTOS, N. dos. 2. ed. **Manual de análise ergonômica no trabalho**. Curitiba: Genesis, 1997. 316p.

FINE, B. J. The comparative effectiveness of some psychological and physiological measures in ranking the impact of diverse environmental conditions. **Journal of Applied Psychology**. v.42, p.353-356, 1958.

_____. The effect of exposure to an extreme stimulus on judgments of some stimulus-related words. **Journal of Applied Psychology**. v.45, p.41-44, 1961.

FOX, E. L. e MATHEWS, D. K. **The physiological basis of physical education and athletics**. Philadelphia: Saunders college publishing, 1981.

GAVHED, D. C. E. e HOLMÉR, I. Thermal responses at three low ambient temperatures: validation of the duration limited exposure index. **International Journal of Industrial Ergonomics**. Solna, Sweden, v.21, p.465-474, 1996.

GENG, Q. e HOLMER, I. Change in contact temperature of finger touching on cold surfaces. **International Journal of Industrial Ergonomics**. Solna, Sweden, 27, p.387-391. 2001.

GIESBRECHT, G. G. e BRISTOW, G. K. Decrement in manual arm performance during whole body cooling. **Aviation, Space Environmental Med**. v.63, p.1077-1081, 1992.

GOLDSMITH, R. Cold and work in the cold. In: **Encyclopaedia of Occupational, International Labour Health and Safety Office**. Geneva, Switzerland, 1989. p.504-507.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

GRIFFITHS, I. D. e McINTYRE, D.A. Sensitivity to temporal variations in thermal conditions. **Ergonomics**. v.17, p.499-507, 1974.

GROTH, H. e LYMAN, J. Effects of massed practice and thickness of hand-coverings on manipulation with gloves. **Journal of Applied Psychology**. v.43, p.154-161, 1959.

GUYTON, A.C. e HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 1014p. Cap.72 e 73, p.817-824 e 825-835: Energética e metabolismo e Temperatura corporal, regulação térmica e febre.

HAVENITH, G.; HEUS, R.; DAANEN, H. A.M. The hand in the cold, performance and risk. **Arctic Medical Research**. v.54, p.37-47, 1995.

HEIN, R. H.; DAANEN, A. M.; HAVENITH, G. Physiological criteria for functioning of hands in the cold. **Applied Ergonomics**. v.26, n.1, p.5-13, 1995. Review.

HELSTRÖM, B. **Local effects of acclimatization to cold in man**. Oslo: Universitetsforlaget, 1965.

- HOLMÉR, I. Prediction of responses to cold. **Arctic Med. Res.** v.54, p.48-54, 1995.
- HORVARTH, S. M.e FREEDMAN, A. The influence of cold upon the efficiency of man. **Journal of Aviation Medicine.** v.18, p.158-164, 1947.
- HUNTER, J.; KERR, E. H.; WHILLANS, M. G. The relation between joint stiffness upon exposure to cold and the characteristics of sinovial fluid. **Journal Med Science.** v.30, p.367-377, 1952.
- IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção.** São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1992. 39 p.
- IMAMURA, R. et al. Manual performance in cold conditions while wearing nbc clothing. **Ergonomics.** Tampere, Finland, v.41, n.10, p.1421-1432, 1998.
- ISO TR 11079. **Evaluation of cold environment:** determination of required clothing insulation. Geneva: International Organization for Standardization, 1993.
- IZRAEL, D. J. et al. Suppression of shivering by breath holding, relaxation, mental arithmetic, and warm water digestion. **Avit Space Environment Med.** v.64, p.1108-1112, 1993.
- KENSHALO, D. R. e SCOTT, H. A. Temporal course of thermal adaptation. **Science.** v.151, p.1095-1096, 1966.
- KONZ, S. A. **Work design: industrial ergonomics.** 3.ed. Ohio, USA: Worthington, 1990.
- KRISTENSEN, T. S. e CHRISTENSEN, F. L. **Work in Meat Processing Plants.** Copenhagen, Danish, 1983.
- KROEMER, K. H. E. et al. Physiological bases on human factors, ergonomics. **Engineering Physiology.** Elsevier, Netherlands, 1986.
- LAMBERTS, R. e XAVIER, A.A. **Conforto térmico e stress térmico.** UFSC. Florianópolis. 1998. Apostila.
- LAVILLE, A. **Ergonomia.** São Paulo: EPU, 1977. 10-20p.
- LeBLANC, J. S. Impairment of manual dexterity in the cold. **Applied Physiology.** Manitoba, Canadá, v.9, n.1, p.62-64, jul. 1956.
- MACKWORTH, N. H. Finger numbness in very cold winds. **Journal of Appied Physiology.** v.5, p.533-543, 1953.
- _____. Local cold acclimatization in man. **Polar Record.** v.8, p.13-21, 1956.
- MAPA das unidades climáticas do Brasil. Disponível em: www.ibge.gov.br/pub/cartas-e-mapas/mapas-temáticos/unidades-climáticas.zip. Acesso em: 17 abr. 2002.

- MARCUS, P. e BELYAVIN, A. Thermal sensation during experimental hypothermia. **Physiology and Behaviour**. v.21, p.909-914, 1978.
- MARTINS, R. S. **Técnicas de amostragem usuais em economia**. Toledo, Paraná, 1998.
- MARTINS, R. S. et al. **Análise da economia regional sob a influência da BR 277: trecho Guarapuava-Foz do Iguaçu**. Toledo, Paraná, 2001. Relatório não-publicado de acesso restrito.
- McINTYRE, D. A. Thermal sensation: a comparison of rating scales and cross modality matching. **International Journal of Biometeorology**. v.20, p.295-303, 1976.
- MEEHAN, J. P. General body cooling and hand cooling. In: HENSCHER, O. **Protection and functioning of the hand**. Washington: Fisher, 1957.
- MEEUSEN, R. e LIEVENS, P. The use of cryotherapy in sports injuries. **Sports Med**. v.3 p.398-414, 1986.
- MEIGAL, A. Y. et al. Influence of cold shivering on fine motor control in the upper limb. **Acta Physiologica Scandinavica**. Oulu, Finland, v.163, p.41-47, 1998.
- MEIGAL, A. Y.; LUPANDIN, Y. V.; KUZMINA, G.I. Electromyographical patterns of thermoregulatory activity of units in the course of body cooling. **Fiziologia Cheloveka: Human Physiology**. Russia, v.19, p.106-114, 1993.
- MENDES, P. de P. **Estatística aplicada à aquicultura**. Recife: Bagaço, 1999. 265 p.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO (MTb). Normas Regulamentadoras. Disponível em: <http://www.mtb.gov.br>. Acesso em: 05 nov. 2000.
- MINUT-SOROKHTINA O. P. e LUPANDIN, Y. V. Modulation of postural tónus by thermoreceptive afference. **Acta Physiologica Scandinavica**. v.38, p.242-246, 1984.
- MORTON, R. e PROVINS, K. A. Finger numbness after acute local exposure to cold. **Journal of Applied Physiology**. v.15, p.149-154, 1960.
- NEWBURGH, L. H. **Physiology of heat regulation and science of clotting**. Philadelphia: Saunders, 1949.
- OOSTERVELD, F. G. J. et al. The effect of local and cold therapy on the intra-articular and skin surface temperature of the knee. **Arthritis Rheumatoid**. v.35, n.2, p.146-151, 1992.
- PARSONS, K. C. Environmental ergonomics: a review of principles, methods and models. **Applied Ergonomics**. Leicestershire, UK, n.31, p.581-594, jun./jul. 2000.

PASCOE, D.; BELLINGAR, T.; McCLUSKEY, B. S. Clothing and exercise: influence of clothing during exercise, work in environmental extremes. **Sports Med.** Alabama, USA, v.18, n.2, p.94-108, 1994.

PETROFSKY, J. S. e LIND, A. R. The influence of temperature on the amplitude and frequency components of the EMG during brief and sustained isometric contractions. **European Journal of Applied Physiology.** v.44, p.189-200, 1980.

PROVINS, K. A. e CLARKE, R. S. The effect of cold on manual performance. **Journal of Occupational Medicine.** p.169-176, Apr. 1960.

REVISTA PROTEÇÃO. As pontas do termômetro. São Paulo, ano VII, n.38, p. 14-22, fev/1995.

RISSANEN, S. et al. Effects of leg covering on muscular activity and thermal responses in cool environment. **European Journal of Applied Physiology.** v.73, p.163-168, 1996.

SANDERS, M. S. e McCORMICK, E. J. **Human factors in engineering and design.** 7 ed. New York, USA: McGraw Hill, 1992.

SILVA, J. G. **Desenvolvimento, validação e aplicação de um transdutor de fluxo de calor poroso em desconforto térmico.** 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis.

SNEDECOR, G. W. **Métodos de estadística:** su aplicación a experimentos en agricultura y biología. Buenos Aires: Acne Agency, 1948. 557p.

SOTO, J. M. G. et al. Riscos devidos à exposição ao frio. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional.** São Paulo, v.5, n. 19, p.66-73, jul./set. 1977.

STELLMAN, J. M. e DAUM, S.M. Os efeitos do calor e do frio. In: **Trabalho e saúde na indústria.** São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1975.

STEVENS, J. C. e STEVENS, S. S. Warmth and cold: dynamics of sensory intensity. **Journal of Experimental Psychology.** v.60, p.183-192, 1960.

STEVENS, S. S. **Psychophysics to its-percentual, neural and social prospects.** New York: Wiley, 1975.

TANAKA, M. et al. Effects on the manual function of men wearing cold-protective clothing to cold stress. **Japanese Journal of Industrial Health.** Japan, v.23, p.72-78, 1981.

TEICHNER, W. H. Reaction time in the cold. **Journal of Applied Psychology.** v.42, p.54-59, 1958.

TOFTUM, J. e NIELSEN, R. Draught sensitivity is influenced by general thermal sensation. **International Journal of Industrial Ergonomics**. Lyngby, Denmark, v.18, p.295-305, 1996.

_____. Impact of metabolic rate on human response to air movements during work in cool environments. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v.18, n.4, 1996.

VAN DILLA, M. A.; DAY, R. E.; SIPLE, P. A. Special problems of the hands. In: NEWBURG, L. H. **Physiology of heat regulation and the science of clothing**. Philadelphia: Saunders, 1949.

VOKAC, Z.; KOPKE, V.; KEÜL, P. Effect of cooling peripheral parts of the body on general thermal comfort. **Textile Research Journal**. p.827-833, oct. 1971.

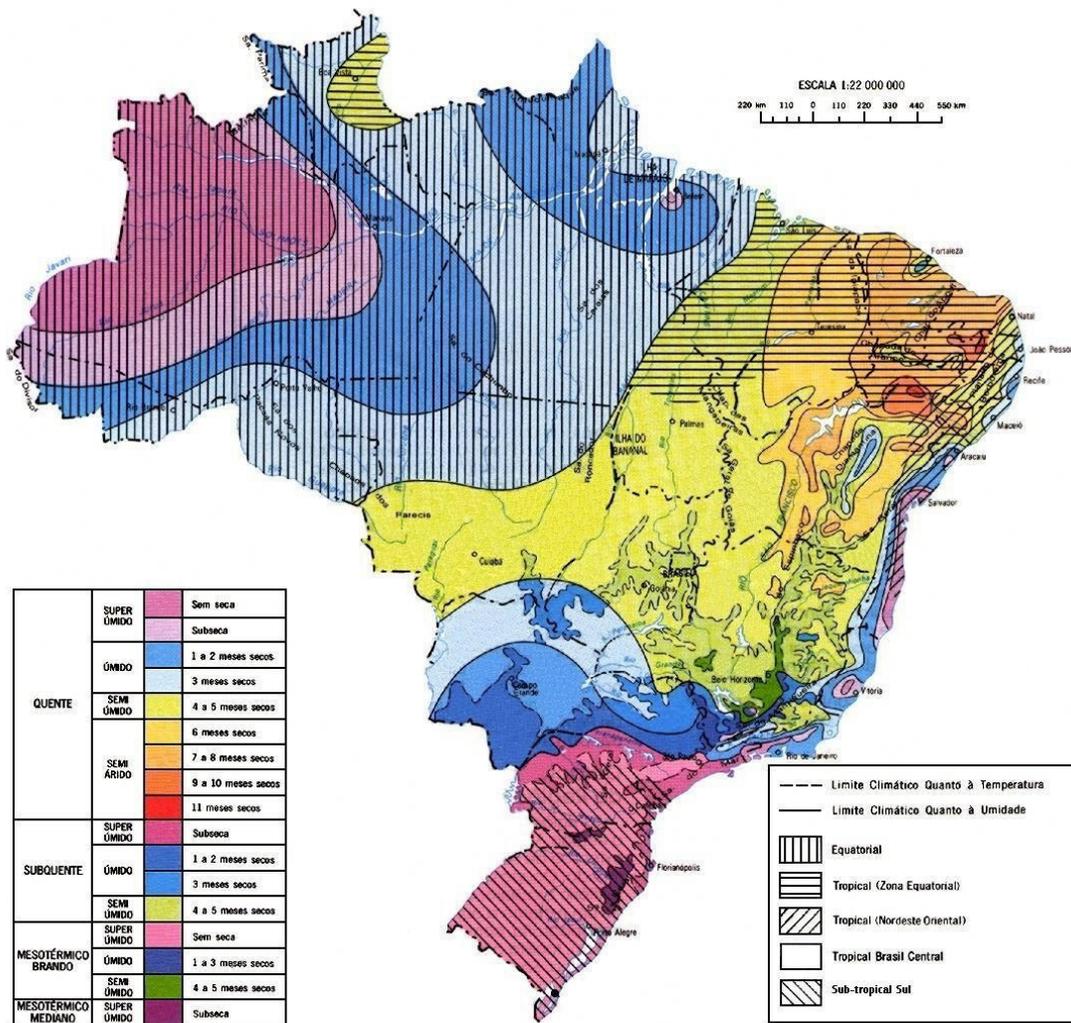
WINKEL, J. e JÓRGENSEN, K. Significance of skin temperature changes in surface electromyography. **European Journal of Applied Physiology**. v.63, p. 345-348, 1991.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho: ergonomia: método & técnica**. São Paulo: Oboré, 1987.

WOODS, P. J. et al. Human responses to various conditions of water temperature. **Perception and Psychophysics**. v.2, p.157-160, 1967.

ANEXOS

ANEXO - A



ANEXO - A - Mapa das Unidades Climáticas do Brasil
 Fonte: www.ibge.gov.br(2002).

ANEXO - B

**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS DE FRIGORÍFICO DA UNIDADE SUBTROPICAL SUL
SOBRE OS TRABALHADORES EXPOSTOS A BAIXAS TEMPERATURAS**

QUESTIONÁRIO

Sexo: () Masculino () Feminino

Nome: _____

Idade: _____ Altura: _____ Peso: _____

Dados Laborais:

1. Atividade que realiza: _____

Tempo de trabalho na atividade: _____ anos e _____ meses

Setor que trabalha: _____

2. Você acha que sua vestimenta de proteção é suficiente?

() Sim () Não

3. Você considera sua vestimenta confortável?

() Sim () Não

4. Como considera a temperatura ambiente em seu local de trabalho?

() Muito fria () Fria () Levemente fria () Neutra

5. Quais as partes do corpo sente mais frio? (Enumere de 1 a 7 em ordem de importância)

() Pés	() Nas duas mãos
() Todo corpo	() Pernas
() Mão que segura o produto	() Em nenhuma parte
() Mão que segura a faca	() Outros.....

6. Seu corpo treme durante o trabalho?

() Sim () Não

7. Se a resposta anterior foi positiva em qual período da jornada isto ocorre?

() Início () Meio () Final

8. Você faz uso de luvas de proteção contra o frio?

() Sim () Não

9. Se sua resposta anterior foi positiva, você considera o uso de luvas adequado?

() Sim () Não

Considerando o frio como um risco a sua saúde, responda:

10. Em relação a suas mãos o frio causa?

- () Falta de força
 () Falta de agilidade
 () Formigamento ou dormência
 () Nenhuma das alternativas

11. Já sofreu algum acidente de trabalho?

- () Sim () Não

12. Se sua resposta foi positiva, comente:

Tipo de acidente	Parte do corpo atingida	Quantidade dias afastados

13. Como você considera seu trabalho?

- () Satisfatório () Monótono () Estressante

14. Você tem disposição de tempo para o lazer com sua família?

- () Sim () Não

15. Pratica algum esporte?

- () Sim () Não

16. Você dorme bem?

- () Sim () Não

17. Quantas horas por dia?

_____ Horas

18. Apresenta alguma doença relacionada com o frio?

- () Sim () Não

19. Se a resposta anterior foi positiva, relacione:

() Gripe

() Rinite

() Faringite

() Doença de Raynaud

() Bronquite

() Laringite

() Artrite

() Amidalite

() Sinusite

() Artrose

() Lesões nas mãos(frio)

() Dores Musculares

Qual parte do corpo?

() Dores nas Articulações

Qual parte do corpo?

() Problemas Cardíacos

Qual?

() Câimbras

Qual parte do corpo?

20. Você já tinha estas doenças antes de trabalhar no frio?

Sim Não

Comente:.....

21. Se já foi afastado do trabalho por alguma doença que possa estar relacionada com o frio, comente:

Nome da doença	Número de dias afastado	A doença apareceu depois de quanto que você trabalhava no frio?

Gratos por sua colaboração...