

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

OSCAR RODOLFO HIDALGO

**Avaliação da Exposição Ocupacional ao Calor Comparando as
Normas NR-15 e NHO-06: Estudo de Caso em uma Fundação**

**EPMI
ESP/HO-2008
H53a**

São Paulo

2008

OSCAR RODOLFO HIDALGO

Avaliação da Exposição Ocupacional ao Calor Comparando as Normas NR-15 e NHO-06: Estudo de Caso em uma Fundação

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Especialista em Higiene Ocupacional

São Paulo

2008

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo geral comparar os procedimentos técnicos da NR-15 (anexo 3) e da NHO-06 para exposição ao calor no setor de fundição de uma empresa. Para alcançar esses objetivos foram identificadas e avaliadas as atividades realizadas no setor. Com esses dados pode-se verificar se a hipótese de que os funcionários do setor de fundição estão expostos ao calor é verdadeira. Alguns riscos como ruído, agentes químicos, fumos metálicos, emissões de partículas aerodispersóides e risco ergonômico apesar de detectados não são levados em conta neste trabalho. Foram identificadas as funções de alimentador de linha de produção 1, alimentador de linha de produção 2 e acabador de moldes. Ao avaliar as atividades do alimentador de linha de produção 1, os resultados demonstraram que, em ambas as metodologias as atividades são realizadas com exposição ao calor, ou seja, com valores de IBUTG acima dos limites de tolerância. Nas avaliações realizadas no alimentador de linha de produção 2, os resultados demonstraram diferenças entre as metodologias propostas, sendo que pela NR-15 (anexo 3) os limites de tolerâncias foram ultrapassados, enquanto que pela NHO-06 os valores de IBUTG estão abaixo dos limites de tolerância. Já as atividades realizadas pelo acabador de moldes são exercidas dentro dos limites de tolerância estabelecidos, quando avaliadas pelas duas metodologias. Com estes resultados demonstrados, as principais recomendações para as atividades exercidas no setor de fundição da empresa, são: tomar medidas urgentes de engenharia e administrativas para reduzir a exposição ao calor dos trabalhadores; também se vê a necessidade de realização de novas avaliações no setor em estudo, para assim obtermos um histórico na empresa, possibilitando, com isso, a melhor tomada de decisão.

ABSTRACT

This study aims to compare the technical procedures of the NR-15 (Annex 3) and the NHO-06 for exposure to heat in a casting industry. In order to achieve these objectives, it has been identified and assessed the activities undertaken in the sector. The hypothesis that the employees of the casting industry are exposed to heat was verified with the acquired data. Although, some risks such as noise, chemicals, metal fumes, emissions of particulates in the air and ergonomic risk were detected, they are not taken in to account in this work. Functions of production line feeder 1, production line feeder 2 and mould finishing were identified. In assessing the activities of the production line feeder 1, the results demonstrated that in both approaches the activities are performed with exposure to heat, i.e. with the values of WBGT above the limits of tolerance. In the evaluations carried out on production line feeder 2, the results showed differences between both methodologies, while for the NR-15 (Annex 3) the limits of tolerance have been exceeded; using the NHO-06 the WBGT values are below the limits of tolerance. Differently, the activities carried out by the mould finishing are executed within the limits of tolerance set, when evaluated by the two methodologies. Based on these results, the main recommendations for the activities performed in the casting sector are: urgently engineering and administrative provisions to reduce heat exposure on workers; also is highlighted the need of new evaluations in the studied industry, in order to get a temperature database, which shall lead to a final and proper decision.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1 PROBLEMA	7
1.2 JUSTIFICATIVA	7
1.3 OBJETIVOS	8
1.3.1 <i>Objetivo Geral</i>	8
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	8
2. REVISÃO DA LITERATURA	9
3. METODOLOGIA	17
3.1 AVALIAÇÕES SEGUNDO A NR-15 (ANEXO 03) E NHO-06	17
3.1.1 <i>Taxa de Metabolismo</i>	18
3.1.2 <i>IBUTG</i>	20
4. A EMPRESA	22
4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA	22
4.2 DESCRIÇÃO DO SETOR ESTUDADO	23
4.3 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	24
4.3.1 <i>Do Setor</i>	24
4.3.2 <i>Dos Funcionários</i>	25
5. AVALIAÇÕES	28
5.1 FUNÇÃO: ALIMENTADOR DE LINHA DE PRODUÇÃO 1	28
5.2 FUNÇÃO: ALIMENTADOR DE LINHA DE PRODUÇÃO 2	31
5.3 FUNÇÃO: ACABADOR DE MOLDES	35
6. RESULTADOS	39
6.1 COMPARAÇÃO DAS AVALIAÇÕES FEITAS SEGUINDO OS MÉTODOS PROPOSTOS (NR-15 X NHO-06)	39
6.1.1 <i>Função: Alimentador de linha de produção 1</i>	39
6.1.2 <i>Função: Alimentador de linha de produção 2</i>	40
6.1.3 <i>Função: Acabador de Moldes</i>	40
6.2 RESUMO DA COMPARAÇÃO DA NR-15 (ANEXO 3) X NHO-06	41
7. DISCUSSÃO	43
7.1 FUNÇÃO: ALIMENTADOR DE LINHA DE PRODUÇÃO 1	43
7.2 FUNÇÃO: ALIMENTADOR DE LINHA DE PRODUÇÃO 2	43
7.3 FUNÇÃO: ACABADOR DE MOLDES	44
8. CONCLUSÃO	45
8.1 FUNÇÃO: ALIMENTADOR DE LINHA DE PRODUÇÃO 1	45
8.2 FUNÇÃO: ALIMENTADOR DE LINHA DE PRODUÇÃO 2	45
8.3 FUNÇÃO: ACABADOR DE MOLDES	45
9. RECOMENDAÇÕES	46
9.1 GERAIS	46
9.2 POR FUNÇÃO	47
9.2.1 <i>Alimentador de Linha de Produção 1</i>	47
9.2.2 <i>Alimentador de Linha de Produção 2</i>	47

9.2.3 Acabador de Moldes	48
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXOS.....	53

1. INTRODUÇÃO

A motivação para a realização deste trabalho veio de um estágio realizado pelo autor em uma Empresa Metalúrgica, onde se detectou que um dos riscos mais importantes a que os trabalhadores estão expostos é o estresse térmico pelo calor. Segundo Lamberts e Xavier (2002, apud Dutra 2006) estresse térmico pode ser considerado como o estado parapsicofisiológico a que está submetida uma pessoa, quando exposta a situações ambientais extremas de frio ou calor.

A detecção do estresse térmico pelo calor como um dos principais riscos da Empresa levou esse trabalho ao encontro com outros que dizem que os principais riscos presentes neste tipo de indústria são o ruído, estresse térmico pelo calor, aerodispersóides e emissões provenientes de fornos de coque.

Segundo Mendes (2003) o calor é uma condição de risco de natureza física freqüente em ambientes de trabalho. Assim, o trabalho em metalúrgica e siderúrgica, bem como outras atividades industriais, expõe com freqüência o trabalhador ao calor, podendo ocorrer sobrecarga térmica e, conseqüentemente, efeitos nocivos sobre a saúde.

O estresse térmico que os trabalhadores estão submetidos se dá devido aos ambientes de trabalhos com sobrecarga térmica, visto que esse tipo de atividade tem inúmeras fontes de calor radiante como os fornos, metal em fusão, superfícies metálicas e no reparo dos refratários em fornos. De acordo com Mendes (2003), sobrecarga térmica ocorre quando o organismo não mais consegue dissipar calor, ou seja, perde a capacidade de manter a temperatura central do corpo constante.

Moraes (2005) explica que quando o trabalhador é submetido a uma sobrecarga térmica o corpo pode provocar reações fisiológicas internas, levando-o a possíveis doenças ocupacionais relacionadas ao calor.

No Brasil existem dois procedimentos técnicos utilizados pela legislação para a avaliação das atividades que tenham exposição ocupacional ao calor: Os

descritos no Anexo-3 da NR-15 (Norma Regulamentadora-15) que determina a utilização do IBUTG (Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo) para a conclusão sobre insalubridade e os procedimentos técnicos descritos pela NHO-06 (Norma de Higiene Ocupacional-06) que junto com os limites de tolerância do anexo-03 na NR-15 conclui sobre a aposentadoria especial.

1.1 PROBLEMA

Os funcionários que exercem atividades no setor de fundição da empresa reclamam das condições ambientais, principalmente da exposição ao calor, a que estão submetidos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Verificar se a hipótese de que os funcionários do setor de fundição estão expostos ao calor é verdadeira, comparando as metodologias da NR-15 e da NHO-06.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Comparar os procedimentos técnicos da NR-15 (anexo 3) e da NHO-06 para exposição ao calor no Setor de Fundição da empresa.

1.3.2 Objetivos Específicos

Identificar e avaliar as atividades realizadas no Setor de Fundição da Empresa, segundo os procedimentos técnicos da NR-15 (anexo-03) e da NHO-06 para exposição ao calor.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Alvarez (1996 apud Fiedler et. al. 2006) as características de um ambiente de trabalho refletem, de maneira expressiva, as qualidades do trabalhador.

Quando o clima no posto de trabalho é desconfortável, ocorrem indisposição e fadiga, diminuindo a eficiência e aumentando os riscos de acidentes, em virtude do calor ou mesmo da insolação excessiva em uma jornada de trabalho (Grandjean, 1982 apud Minette et. al., 2007).

Um local de trabalho deve ser sadio e agradável, que proporcione o máximo de proteção, sendo o resultado de fatores materiais ou subjetivos, e devem prevenir acidentes, doenças ocupacionais, além de proporcionar melhor relacionamento entre a empresa e o empregado (Fiedler et. al., 2006).

O trabalho em altas temperaturas continua sendo uma realidade e continuará a sê-lo, especialmente em regiões do país dedicadas à transformação de metais onde o calor é fundamental para esses processos. O entendimento do que ocorre com o ser humano nessas circunstâncias é fundamental, a fim de evitar a fadiga pela desidratação e perda de eletrólitos, tão comum nesses casos (Couto, 2007).

Segundo Lida (2005), existe estudos realizados em laboratórios e na indústria que comprovam que o clima, principalmente a temperatura e a umidade ambiental, influi diretamente no desempenho do trabalho humano como na produtividade e sobre os riscos de acidentes.

Agentes físicos como o calor é um dos estressores ambientais encontrados em vários locais de trabalho (Fernandes & Morata, 2002).

De acordo com Mendes (1988), Levi, um dos pesquisadores suecos que mais se destacam nos estudos sobre estresse e seus fatores psicossociais, identifica como um dos "principais estressores psicossociais no trabalho", os estressores físicos, dentre eles o calor.

Como o calor é um dos agentes de risco ocupacional mais importante na indústria metalúrgica, alguns estudos nesse tipo de atividade mostram os riscos a que os trabalhadores estão expostos. Um destes trabalhos é o de Lebedeva,

Alimova e Efendiev (1991 apud Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales 1998), que estudaram a mortalidade nos trabalhadores de uma empresa metalúrgica e encontraram um elevado risco de mortalidade entre as pessoas expostas a um nível de calor superior ao demonstrado pelos limites legais. Os resultados foram estatisticamente significativos em relação às doenças hematológicas, hipertensão, doença isquêmica do coração e as doenças do aparelho respiratório.

Segundo Mendes (1988), alguns trabalhos fazem menção à possível influência da exposição ao calor excessivo como sendo um dos fatores de risco da hipertensão arterial.

Rocha (2002), diz que se pode especular que o calor quando associado ao exercício moderado pode aumentar exageradamente a frequência cardíaca e provocar uma manutenção do débito cardíaco e, na maioria das vezes, da pressão arterial, com menor volume de ejeção, devido ao déficit líquido criado pela sudorese.

Conforme Verdussen (1978 apud Fiedler et. al. 2006), a temperatura é um ponto que deve merecer o maior cuidado quando se busca criar condições ambientais de trabalho adequadas; há temperaturas que oferecem sensação de conforto, enquanto outras promovem sensações desagradáveis e até prejudiciais à saúde.

O risco ocupacional é todo fator que pode ocasionar lesão, doença ou inaptidão ou afetar o bem estar dos trabalhadores (Burguess 1997 apud Rezende 2003 p31).

De acordo com Vieira (1996 apud Rezende 2003 p31) risco ocupacional é toda situação encontrada no ambiente de trabalho, que representa perigo à integridade física e/ou mental dos trabalhadores.

Segundo Verdussen (1978 apud Fiedler et. al. 2006), em ambientes de temperatura elevada ocorre redução na velocidade das reações e diminuição da agilidade mental, o que aumenta a possibilidade de acidentes, além de afetar significativamente o rendimento.

O trabalhador, instintivamente, procura melhorar seu conforto, o que pode afetar sua atenção durante a atividade específica que está realizando e favorecer, assim, a distração e as conseqüentes perdas de eficiência e segurança no trabalho (Couto, 1995 apud Fiedler et. al., 2006).

Quando o homem é obrigado a suportar altas temperaturas, seu rendimento cai, a velocidade do trabalho diminui, as pausas se tornam maiores e mais freqüentes, o grau de concentração diminui e a freqüência de erros e de acidentes tende a aumentar significativamente, sobretudo a partir dos 30 °C (Fiedler et. al., 2006).

De acordo com Couto (1995), quanto mais intenso for o trabalho físico, tanto menor será a tolerância do trabalhador ao ambiente quente. O que pode ser um problema nas metalurgias onde o trabalho é intenso e fatigante.

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) considera como principais fatores de risco físico para os trabalhadores de saúde as radiações ionizantes, o ruído, a temperatura e a eletricidade (Bulhões 1994 apud Rezende 2003 p35). Sendo assim, o calor excessivo nas indústrias metalúrgicas pode ser considerado um risco ocupacional físico.

Sabe-se que os mecanismos reguladores do metabolismo, em situações principalmente em que a saúde encontra-se abalada, diante de determinadas condições ambientais, tornam-se debilitados, o que, evidentemente, acaba favorecendo o adoecimento dos que permanecem nesses ambientes (Oliveira e Ribas 1995 apud Rezende 2003 p34). Este é o caso de trabalhadores que exercem suas atividades no setor de fundição de uma metalurgia, onde as condições ambientais a que estão expostos favorecem a ocorrência de sobrecarga térmica e de doenças.

De acordo com Lida (2005), em ambientes quentes (por exemplo, em fundições), o organismo recebe uma carga adicional de calor por convecção e radiação. O único mecanismo disponível para eliminar o calor corporal é pela evaporação do suor. Qualquer desequilíbrio pode levar ao aumento da temperatura corporal, que pode ser muito perigoso.

Muitas doenças são relatadas em trabalhos onde funcionários estão expostos ao calor. Foram realizados dois estudos de coorte horizontal em trabalhadores de metal no Brasil (Kloetzel et al. 1973 apud Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales 1998) e de uma fábrica de vidro no Canadá (Wojtczak-Jaroszowa e Jarosz 1986 apud Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales 1998). Em ambos se identificou uma prevalência significativamente alta de hipertensão entre os indivíduos submetidos a altas temperaturas, o que aumentou com a duração do

trabalho em ambiente quente. Nestes trabalhos foi excluída a previsível influência da idade e da nutrição.

Em um de seus trabalhos, Kristensen (1989 apud Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1998) conclui que a hipótese de aumento do risco agudo de complicações de uma doença cardiovascular em pessoas sem doenças orgânicas de base está confirmada, enquanto que a hipótese de um efeito crônico do calor ou frio não pode confirmar-se nem rejeitar-se. Portanto, a hipótese de que as temperaturas extremas têm efeitos crônicos sobre os organismos não se confirmam, porém também não podem ser descartadas.

Ainda segundo Kristensen, (1994 apud Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1998), acredita-se que a exposição ao calor ou frio extremos afeta a morbidade. De acordo com Woodhouse, Khaw e Plummer (1993 apud Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales 1998), existe uma correlação inversa muito forte entre a pressão arterial e a temperatura.

Existe pouco ou nenhum dado epidemiológico que apóie a hipótese de que o risco de doença cardiovascular é maior em populações com uma exposição profissional prolongada a temperaturas elevadas (Dukes-Dobos 1981 apud Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales 1998). Entretanto, alguns autores concluíram que pode haver uma relação causal entre estresse térmico e a patogenia das doenças cardiovasculares (Curwen y Devis 1988; Curwen 1991; Douglas, Allan y Rawles 1991; Khaw 1995; Kunst, Looman y Mackenbach 1993; Rogot y Padgett 1976; Wyndham y Fellingham 1978 apud Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales 1998). Khaw aponta as seguintes observações:

- A temperatura foi o fator preditivo agudo (dia a dia) mais associado à mortalidade cardiovascular entre uma série de parâmetros que se avaliaram de forma independente, como as variações ambientais sazonais e fatores como a contaminação atmosférica, a exposição à luz solar, a incidência de gripe e a nutrição. Isso se opõe à suposição de que a temperatura só atua como uma variável substitutiva de outras condições ambientais adversas.

- Em pessoas expostas a temperaturas elevadas foi observado que a viscosidade sanguínea e os níveis de colesterol foram aumentados (Clark e Edholm 1985; Gordon, Hyde e Trost 1988; Keatinge et al. 1986 apud Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales 1998).

Outras doenças podem ser relacionadas às indústrias metalúrgicas. Segundo Karnaukh et al. (1990 apud Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales 1998) há um aumento da incidência de doença isquêmica do coração, hipertensão e hemorróidas em trabalhadores de fundições metalúrgicas.

Temperaturas elevadas são encontradas em vários tipos de indústrias, tais como: têxtil, fundições, vidrarias, tinturarias, cerâmicas, entre outras. Além da sensação de desconforto o calor pode produzir, doenças nos trabalhadores expostos.

Sempre que possível os postos de trabalho devem conter termostato para ajuste do clima, sendo a temperatura ajustável ao esforço físico do trabalhador; deve-se evitar umidade ou secura exagerada, superfícies muito quentes ou frias e correntes de ar (Lida, 1990 apud Minette, 2007).

De acordo com a apostila UNISUL (2007), as principais doenças relacionadas à exposição à sobrecarga térmica são:

- Choque térmico / intermação: é manifestado pela elevação brusca e descontrolada da temperatura interna do corpo. Apresenta sintomas como confusão mental, convulsões, coma e morte se não for tratada;
- Prostração térmica: é determinada pela perda excessiva de líquidos e sais. Apresenta sintomas como fadiga acentuada, pele pálida com sudorese, dores de cabeça, náusea e temperatura do corpo normal ou ligeiramente aumentada;
- Câimbras pelo calor: Causada pelo desequilíbrio eletrolítico do meio interno, determinado pela perda de sais. Apresenta sintomas como contrações violentas nos músculos;

- Síncope pelo calor: Colapso circulatório pela retenção de sangue nos vasos periféricos dilatados e em membros inferiores, levando a uma baixa oferta de sangue ao cérebro. Apresenta sintomas como perda da consciência;
- Desidratação pelo calor: Ocorre quando a ingestão de líquidos é insuficiente para compensar as perdas pela sudorese excessiva;
- Edema pelo calor: Quando há o acúmulo de sangue nos vasos dilatados da pele e membros inferiores, resultando em edema, principalmente quando a pessoa permanece de pé e parada em ambientes quentes;
- Fadiga transitória pelo calor: Refere-se a um estado transitório de desconforto e de tensão causado pela exposição prolongada ao calor. Trabalhadores não aclimatizados são particularmente sensíveis e podem apresentar diminuição de desempenho no trabalho, da coordenação motora e do estado de alerta e vigilância;
- Insolação: É o estado patológico causado pela exposição ao calor tendo o sol como a fonte de calor;
- Outras manifestações: As temperaturas muito altas podem causar lesões dermatológicas, queimaduras, infertilidade masculina e feminina, má formação fetal, síndromes digestivas e cataratas. A hepatite infecciosa merece uma atenção especial, pois pode associar-se a vários fatores profissionais, como o trabalho com o calor. Podemos citar ainda, as lesões da boca e dos dentes (também chamadas lesões estomatológicas) de origem profissional que podem ser devidas a agentes físicos, como o calor.

Outro tipo de doença relatada e que possui uma relação com a exposição ao calor são as doenças psicóticas, no entanto, pouca atenção tem sido dada aos "antecedentes" laborais dos trabalhadores que desenvolvem psicose. Os poucos pesquisadores que têm estudado empiricamente a relação entre fatores psicossociais do ambiente de trabalho e a psicopatologia grave têm encontrado relações entre as condições "severas" (ruído, perigo, calor, umidade, vapores e frio)

e psicose (Link e Dohrenwend Skodol 1986; Muntaner et al. 1991 apud Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales 1998).

As causas dos transtornos que os trabalhadores sofrem quando expostos ao calor foram determinados por Leithead e Lind (1964 apud Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales 1998) que realizaram uma grande investigação e concluíram que estes são causados por uma ou mais das seguintes razões:

- A existência de fatores como desidratação ou falta de aclimação;
- Inadequada apreciação dos perigos do calor, tanto por parte das autoridades supervisoras ou por indivíduos em situação de risco;
- Circunstâncias acidentais ou imprevistas, que causam a exposição a um grande estresse térmico por calor.

Numerosas investigações têm sido realizadas para determinar o índice definitivo de estresse por calor e não há acordo sobre qual o melhor. Por exemplo, Goldman (1988 apud Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1998) apresenta 32 índices de estresse por calor e é provável que em todo o mundo se utilizem pelo menos o dobro desse número.

Os índices de estresse térmico podem ser classificados como: racionais, empíricos ou diretos. Os índices racionais baseiam-se em cálculos para aqueles que utilizam a equação de equilíbrio térmico; os índices empíricos baseiam-se no uso de equações obtidas a partir de respostas fisiológicas dos seres humanos (por exemplo, perda de suor), e os índices diretos são baseados na medição (normalmente da temperatura) de instrumentos utilizados para simular a resposta do corpo humano. A seguir estão descritos os índices mais importantes e mais utilizados. Índices racionais: Índice de Estresse por Calor (Heat Stress Index, HSI), Índice de Estresse Térmico (Index of Thermal Stress, ITS), Taxa de suor requerida, Interpretação de SWreq. Índices empíricos: Temperatura efetiva e temperatura efetiva corrigida, Taxa de suor prevista durante quatro horas, Previsão da frequência cardíaca como índice. Índices diretos: Índice de bulbo úmido e termômetro de globo (IBUTG), Índice de temperatura de globo úmido (Wet Globe Temperature, WGT), Índice de Oxford. (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1998).

Segundo Couto (1995), o IBUTG se adequadamente medido pode ser considerado um indicador fidedigno da sobrecarga térmica a que o trabalhador estará exposto.

"É evidente que a forma de combinar os fatores ambientais tem que depender das propriedades da pessoa exposta a eles, mas nenhum dos índices de estresse por calor que se utilizam na atualidade tem isso em conta" (Kerlake 1972 apud OIT 1998).

Para o estudo e avaliação da Aposentadoria Especial neste trabalho, foi seguido o artigo 181 da Subseção IV dos RPS (Regulamentos da Previdência Social), que diz:

Art. 181. A exposição ocupacional a temperaturas anormais, oriundas de fontes artificiais, dará ensejo à aposentadoria especial quando:

I - para o agente físico calor, forem ultrapassados os limites de tolerância definidos no Anexo 3 da NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego-MTE, sendo avaliado segundo as metodologias e os procedimentos adotados pelas NHO-06 da FUNDACENTRO para períodos trabalhados a partir de 18/11/2003.

Parágrafo Único. Considerando o disposto no item 2 do Quadro I do Anexo 3 da NR-15 do MTE e no art. 253 da CLT, os períodos de descanso são considerados tempo de serviço para todos os efeitos legais.

Para a caracterização das atividades e/ou operações insalubres quanto à exposição ao calor, a legislação nos leva ao Anexo 3 da Norma Regulamentadora 15 (NR-15).

No Brasil, a NR-15 – Anexo 3 determina a utilização do IBUTG para a avaliação da sobrecarga térmica. É um método simples, baseado na combinação das leituras provenientes do termômetro de globo, bulbo úmido e seco, correlacionando, posteriormente, a carga térmica ambiental com a carga metabólica do tipo de atividade exercida pelo trabalhador. (Moraes, 2005, p. 558).

Segundo Moraes (2005), a instrumentação utilizada para a avaliação do IBUTG pode ser tanto um conjunto de termômetros como equipamentos digitais desde que alguns requisitos sejam atendidos.

Ainda de acordo com a NHO-06, o conjunto não convencional para a determinação do IBUTG (equipamentos eletrônicos) deverá apresentar seus dispositivos de medição de temperatura, no mínimo, com a mesma exatidão exigida para os termômetros de mercúrio do conjunto convencional

3. METODOLOGIA

Como o objeto de estudo deste trabalho é a exposição dos trabalhadores ao calor, alguns riscos (ruído, ergonômico, agentes químicos, fumos metálicos e emissões de partículas aerodispersóides) apesar de detectados não serão levados em conta na descrição desta metodologia e nos demais itens deste.

3.1 AVALIAÇÕES SEGUNDO A NR-15 (ANEXO 03) e NHO-06

Seguindo a Norma foi utilizado o IBUTG (Índice de bulbo úmido e termômetro de globo) para a avaliação da sobrecarga térmica seguindo a seguinte equação para ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$(1) IBUTG = 0,7tbn + 0,3tg$$

onde:

tbn = temperatura de bulbo úmido natural;

tg = temperatura de globo

Foi utilizado um Termômetro de Globo, marca Instrutherm, modelo TGD 200, certificado de calibração 17.328.G-04.06 emitido pela empresa Instrutherm. Composto de Indicador e Módulo-Sensor com três sondas que indicam a temperatura de Globo, Bulbo Seco, Bulbo Úmido Natural e efetua o cálculo de IBUTG Interno e Externo, sendo adaptados a um tripé de altura regulável.

O equipamento foi montado na região mais atingida do corpo, ou seja, próximo ao corpo, como será demonstrado mais adiante e seguindo as indicações do fabricante do termômetro foi deixado ligado por 25 minutos para estabilizar. Este

tempo é necessário para que as sondas do equipamento interajam com a condição térmica do ambiente e possam apresentar um resultado confiável.

Foram identificados os grupos de trabalhadores que apresentavam iguais características de exposição, ou seja, um grupo homogêneo que, segundo a NHO-06, corresponde a um grupo de trabalhadores que experimentam exposições semelhantes tanto do ponto de vista das condições ambientais como das atividades físicas desenvolvidas. Isto garante que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de parte do grupo seja representativo da exposição de todos os trabalhadores que compõem o mesmo grupo.

As medições foram feitas no período de sobrecarga térmica mais desfavorável, ou seja, no momento em que o trabalhador está mais próximo a fonte de calor.

Para determinação dos tempos de permanência em cada situação térmica e dos tempos de duração de cada atividade física foi utilizado um cronômetro de pulso da marca Seiko.

As leituras das temperaturas para cada atividade foram repetidas a cada minuto obtendo-se no mínimo três leituras, ou tantas quantas fossem necessárias, até que apresentassem variação de no máximo mais ou menos 0,2 °C.

3.1.1 Taxa de Metabolismo

a) NR-15 (anexo 3)

A taxa de metabolismo gasta foi determinada pelo quadro 3 do anexo 3 da NR-15 que se encontra apresentado no ANEXO A.

Para o cálculo da taxa de metabolismo média ponderada para uma hora foi utilizada a fórmula:

$$(2) \bar{M} = \frac{(M_T \cdot T_T) + (M_D \cdot T_D)}{60}$$

Sendo:

M_T - taxa de metabolismo no local de trabalho.

T_T - soma dos tempos em minutos em que se permanece no local de trabalho.

M_D - taxa de metabolismo no local de descanso.

T_D - soma dos tempos em minutos em que se permanece no local de descanso.

b) NHO-06

As taxas metabólicas relativas às diversas atividades físicas exercidas pelo trabalhador foram estimadas utilizando-se os dados constantes no quadro 1 da NHO-06 ou em outras tabelas disponíveis na literatura nacional ou internacional do que se encontra apresentado no ANEXO C.

Para o cálculo da taxa de metabolismo média ponderada para uma hora foi utilizada a fórmula:

$$(4) \bar{M} = \frac{(M_1 \cdot t'_1) + (M_2 \cdot t'_2) \dots (M_i \cdot t'_i) + (M_m \cdot t'_m)}{60}$$

onde:

M_i = taxa metabólica da atividade "i" em kcal/h.

t'_i = tempo total de exercício da atividade "i" em minutos, no período de 60 minutos corridos mais desfavoráveis.

i = iésima atividade.

$t'_1 + t'_2 + \dots + t'_i + \dots + t'_m = 60$ minutos.

3.1.2 IBUTG

a) NR-15 (anexo 3)

Para o cálculo do IBUTG médio ponderado para uma hora foi utilizada a fórmula:

$$(3) \overline{IBUTG} = \frac{(IBUTG_T \cdot T_T) + (IBUTG_D \cdot T_D)}{60}$$

Sendo:

IBUTG_t – valor do IBUTG no local de trabalho.

T_t - soma dos tempos, em minutos, em que se permanece, no local de trabalho.

M_t – valor do IBUTG no local de descanso.

T_t - soma dos tempos, em minutos, em que se permanece, no local de descanso.

Os resultados foram comparados aos limites de tolerância do quadro 2 do anexo 3 da NR-15 que se encontra apresentado no ANEXO B.

b) NHO-06

Para o cálculo do IBUTG médio ponderado para uma hora foi utilizada a fórmula:

$$(5) \overline{IBUTG} = \frac{(IBUTG_1 \cdot t'_1) + (IBUTG_2 \cdot t'_2) \dots (IBUTG_i \cdot t'_i) + (IBUTG_m \cdot t'_m)}{60}$$

onde:

IBUTG_i = IBUTG da situação térmica "i" em °C.

t'_i = tempo total de exposição na situação térmica "i" em minutos, no período de 60 minutos corridos mais desfavoráveis.

i = iésima situação térmica.

t'₁ + t'₂ + ... + t'_i + ... t'_m = 60 minutos.

Os resultados foram comparadas aos limites de exposição ocupacional do quadro 2 da NHO-06 que se encontra apresentado no ANEXO D.

4. A EMPRESA

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

As atividades da Metalúrgica em estudo iniciaram-se em 1976 em um município do sul de Santa Catarina, quando a Empresa começou a produzir os primeiros fogões à lenha com apenas um setor, o de Esmaltaria.

Com o incremento das vendas e para suprir a demanda do mercado, a empresa, além dos produtos esmaltados, viu a necessidade de produzir as peças em ferro fundido e a desenvolver todo o processo de corte e estampagem de chapas, na linha de montagem de fogões à lenha.

Então, em 1989, com a aquisição de uma empresa do mesmo segmento, adquiriram-se máquinas e equipamentos para a produção de fogões, dando início ao Setor de fundição.

Devido à sazonalidade do fogão a lenha, a Empresa sentiu a necessidade de dar continuidade ao seu processo produtivo, buscando novos produtos para sua linha de produção, iniciou-se então, a confecção dos Carrinhos de Mão e das Escadas Domésticas.

Com o passar do tempo, o setor administrativo foi informatizado, máquinas adquiridas, mais funcionários contratados, técnicas de produção implantadas, melhorias nos padrões de qualidade e na capacidade de produção, aumentando as vendas no Brasil, e em alguns países do MERCOSUL e da América Central.

Com uma área física de aproximadamente 5,5 mil metros quadrados construídos, a Empresa hoje produz fogões à lenha, acessórios para fogão à lenha, carrinhos de mão, acessórios para carrinho de mão, tampas fundidas, chapas fundidas e escadas.

A Empresa funciona nos três turnos e possui cerca de 400 funcionários, estes têm uma jornada de trabalho de oito horas diárias.

O setor de fundição da empresa tem um sistema de trabalho diferenciado dos demais setores. Neste setor as atividades são realizadas três vezes por semana e a jornada de trabalho é de 12 horas diárias.

4.2 DESCRIÇÃO DO SETOR ESTUDADO

O Setor de Fundição está dividido em duas partes e possui aproximadamente 800m², com pé direito de 4,5m, telhado com telhas de cerâmica e armação de madeira. A fundição não possui paredes laterais para uma melhor ventilação do ambiente. Piso em chão batido nas áreas de circulação e sob os moldes, e em concreto armado sob os fornos. Possui iluminação artificial através de lâmpadas fluorescentes. As figuras 1 e 2 representam o layout do setor de fundição da empresa.

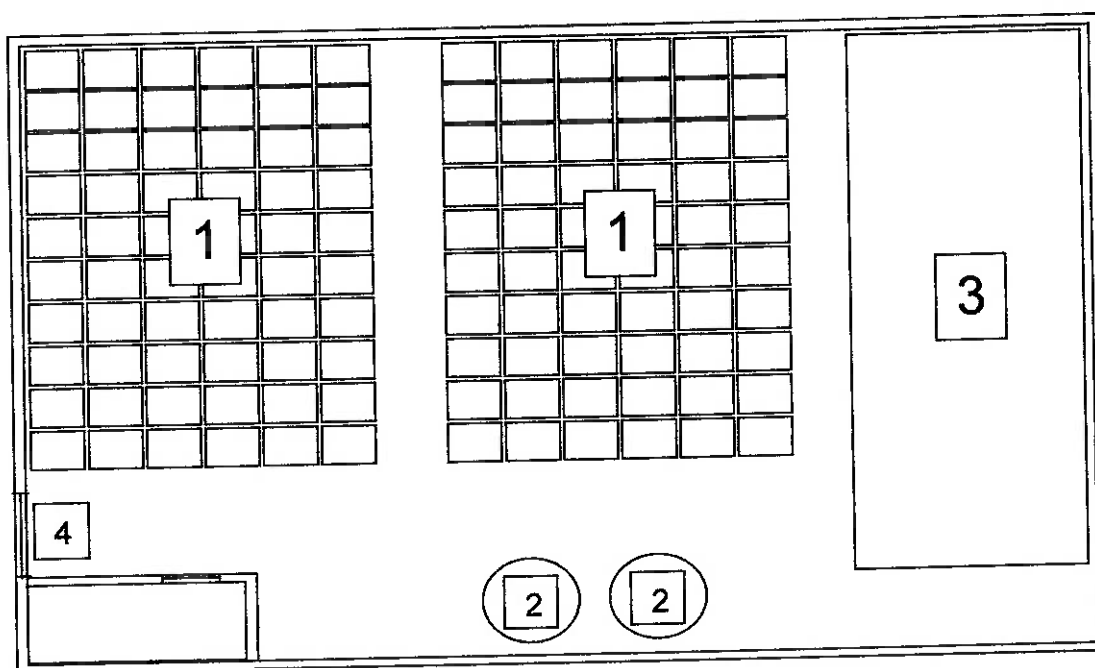


Figura 1 – Layout da parte inferior do Setor de Fundição (1: moldes para as chapas dos fogões, 2: fornos para fundir ferro, 3: moldes para acessórios de fogões, 4: local de descanso dos funcionários).

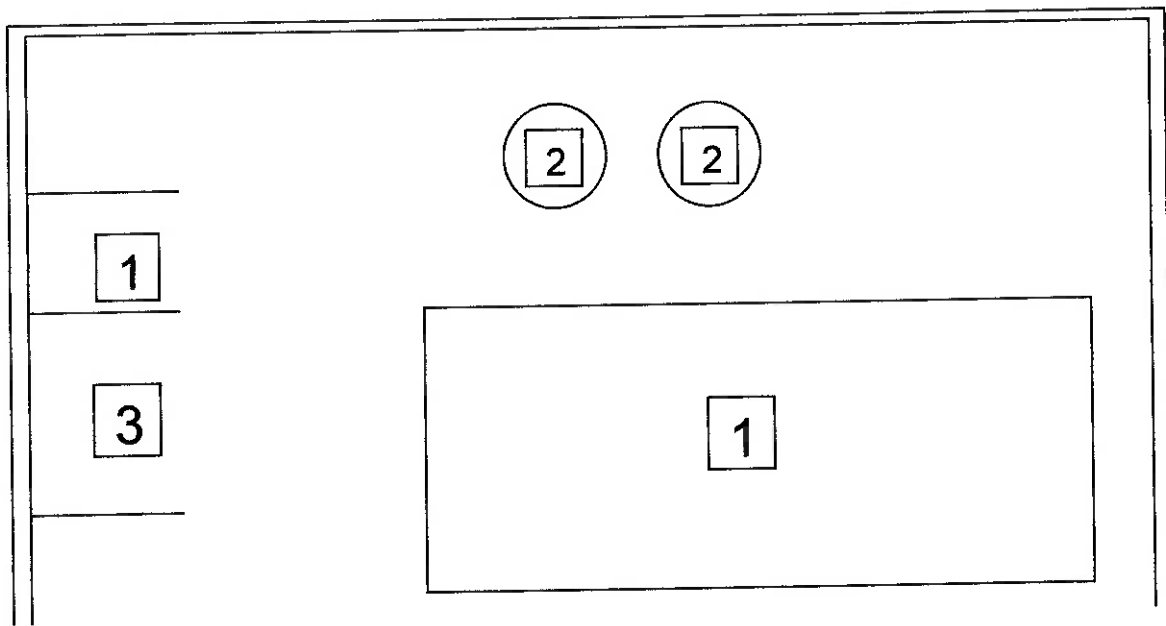


Figura 2 – Layout da parte superior do Setor de Fundição (1: locais de armazenamento da matéria-prima, 2: fornos para fundir ferro, 3: local de descanso dos funcionários).

4.3 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

4.3.1 Do Setor:

- a) Receber a matéria-prima (sucata, ferro gusa e coque);
- b) Preparar e escolher a matéria-prima;
- c) Colocar a matéria-prima na padiola e transportar até a alimentação do forno cubilô (forno cilíndrico onde se refunde o ferro para lançá-lo nos moldes de fundição);
- d) Alimentar o forno Cubilô, descarregando a padiola com ferro gusa, coque, ou sucata de ferro;
- e) Encher o caneco com ferro líquido em frente ao forno;
- f) Transportar e vaziar o ferro líquido no molde;
- g) Colocar pesos sobre o molde após ter sido vazado o ferro líquido.

4.3.2 Dos Funcionários

O Setor possui 21 funcionários divididos da seguinte maneira:

- Alimentador de linha de produção 1: 5 funcionários;
- Alimentador de linha de produção 2: 10 funcionários;
- Acabador de moldes: 3 funcionários.

4.3.2.1 Alimentador de linha de produção 1:

- Receber a matéria-prima (sucata, ferro gusa e coque);
- Preparar e escolher a matéria-prima;
- Colocar a matéria-prima na padiola e transportar até a alimentação do forno cubilô (figura 3);
- Alimentar o forno cubilô, descarregando a padiola com ferro gusa, coque, ou sucata de ferro (figura 4). Obs.: A padiola pesa cerca de 10 quilos vazia e 60 quilos cheia.



Figura 3 - Alimentador de linha de produção 1, colocando matéria-prima na padiola.

Fonte: Elaboração do autor, 2007.



Figura 4 - Alimentador de linha de produção 1 alimentando forno cubilô.

Fonte: Elaboração do autor, 2007.

4.3.2.2 Alimentador de linha de produção 2:

- a) Encher o caneco com metal fundido em frente ao forno (figura 5). Obs.: O caneco pesa cerca de 15 quilos vazio e 40 quilos cheio;
- b) Transportar e vaziar o metal fundido no molde (figura 6 e 7);
- c) Aguardar a vez em local afastado do forno (figura 8).



Figura 5 - Alimentador de linha de produção 2, enchendo o caneco com metal fundido.

Fonte: Elaboração do autor, 2007.



Figura 6 - Alimentador de linha de produção 2, transportando metal fundido.

Fonte: Elaboração do autor, 2007.



Figura 7 - Alimentador de linha de produção 2, vazando metal fundido no molde.

Fonte: Elaboração do autor, 2007.



Figura 8 - Alimentador de linha de produção 2, aguardando em local afastado do calor.

Fonte: Elaboração do autor, 2007.

4.3.2.3 Acabador de moldes:

- a) Retirar as impurezas do metal fundido (figura 9);
- b) Colocar os pesos sobre o seguinte molde após ter sido vazado o ferro líquido (figura 10);
- c) Aguardar próximo alimentador de linha de produção 2 (figura 11).



Figura 9 - Acabador de moldes, retirando as impurezas do metal fundido.

Fonte: Elaboração do autor, 2007.



Figura 10 - Acabador de moldes, colocando os pesos sobre o molde seguinte.

Fonte: Elaboração do autor, 2007.



Figura 11 - Acabador de moldes, aguardando próximo funcionário.

Fonte: Elaboração do autor, 2007.

5. AVALIAÇÕES

5.1 FUNÇÃO: ALIMENTADOR DE LINHA DE PRODUÇÃO 1

5.1.1 Nomenclatura adotada para cada situação:

- a) Situação 1: Alimentar o forno cubilô, descarregando a padiola com ferro gusa, coque, ou sucata de ferro (3,2 minutos / 60 minutos);
- b) Situação 2: Receber a matéria-prima (sucata, ferro gusa e coque), preparar e escolher a matéria-prima, colocar a matéria-prima na padiola e transportar até a alimentação do forno cubilô (56,8 minutos / 60 minutos).

5.1.2 Locais de medição:

As figuras 12 e 13 mostram o posicionamento do termômetro no momento da medição para as duas situações de exposição.



Figura 12: Local de medição da situação 1.



Figura 13: Local de medição da situação 2.

5.1.3 Apresentação das temperaturas registradas em cada situação

As medições foram feitas no dia 28 de janeiro de 2008, às 14 horas e a temperatura externa medida neste dia foi de 25,0 °C. As leituras do termômetro de globo estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Temperaturas registradas no Alimentador de Linha de Produção 1 para cada situação.

Situações	Temperatura de Globo - tg				\bar{X}	Temperatura de Bulbo Úmido - tbn			\bar{X}
1	50,3	50,0	50,1	50,13		30,0	30,2	30,2	30,13
2	32,5	32,4	32,3	32,40		25,8	25,9	26,0	25,90

Fonte: Elaboração do autor, 2008.

5.1.4 Ciclo de Trabalho para uma base de cálculo de 60 minutos:

- a) Situação 1: tempo de trabalho 3,2 minutos;
- b) Situação 2: tempo de trabalho 56,8 minutos.

5.1.5 Cálculo de IBTUG para as situações:

- a) Situação 1:
 - $IBUTG = 0,7 tbn + 0,3 tg$;
 - $IBUTG = 36,13 \text{ }^\circ\text{C}$.

- b) Situação 2:
 - $IBUTG = 0,7 tbn + 0,3 tg$;
 - $IBUTG = 27,85 \text{ }^\circ\text{C}$.

5.1.6 Tipo de atividade de acordo com o quadro 3 do anexo 03 da NR-15 (ANEXO A) e com o quadro 1 da NHO-06 (ANEXO C):

Tabela 2 – Tipo de atividade e metabolismo gasto para cada método utilizado.

Método	Situação	Metabolismo kcal/h	Descrição
NR-15	1	440	Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos.
	2	440	Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos.
NHO-06	1	450	Trabalho em pé, em movimento e pesado de levantar, empurrar ou arrastar pesos.
	2	450	Trabalho em pé, em movimento e pesado de levantar, empurrar ou arrastar pesos.

Fonte: Elaboração do autor, 2008.

5.1.7 Cálculos das médias ponderadas por 60 minutos (NR-15):

a) $\overline{\text{IBUTG}}$:

- $\overline{\text{IBUTG}} = \text{IBUTG}_t \times T_t + \text{IBUTG}_d \times T_d / 60$;
- $\overline{\text{IBUTG}} = 36,13 \text{ }^\circ\text{C} \times 3,2 \text{ minutos} + 27,85 \text{ }^\circ\text{C} \times 56,8 \text{ minutos} / 60$;
- $\overline{\text{IBUTG}} = 28,29 \text{ }^\circ\text{C}$.

b) \overline{M} :

- $\overline{M} = M_t \times T_t + M_d \times T_d / 60$;
- $\overline{M} = 440 \text{ kcal/h} \times 3,2 \text{ minutos} + 440 \text{ kcal/h} \times 56,8 \text{ minutos} / 60$;
- $\overline{M} = 440 \text{ kcal/h}$.

5.1.8 Resultado de acordo com o quadro 2 do anexo 03 da NR-15 (ANEXO B):

- a) Como no quadro 2 não existe o valor de $M = 440 \text{ kcal/h}$, devemos arredondar para o valor imediatamente acima que é $M = 450 \text{ kcal/h}$;
- b) Para $M = 450 \text{ kcal/h}$ no quadro 2, o máximo IBUTG aceito é $25,5 \text{ }^\circ\text{C}$;

- c) Como o IBUTG medido foi de 28,29°C, o ciclo de trabalho não é compatível com as condições térmicas do ambiente, pois o limite de tolerância foi ultrapassado.

5.1.9 Cálculos das médias ponderadas por 60 minutos (NHO-06):

a) $\overline{\text{IBUTG}}$:

- $\text{IBUTG} = \text{IBUTG}_1 \times t_1 + \text{IBUTG}_2 \times t_2 + \dots + \text{IBUTG}_i \times t_i + \text{IBUTG}_m \times t_m / 60$;
- $\overline{\text{IBUTG}} = 36,13 \text{ }^\circ\text{C} \times 3,2 \text{ minutos} + 27,85 \text{ }^\circ\text{C} \times 56,8 \text{ minutos} / 60$;
- $\overline{\text{IBUTG}} = 28,29 \text{ }^\circ\text{C}$.

b) \overline{M} :

- $\overline{M} = M_t \times T_t + M_d \times T_d / 60$;
- $\overline{M} = 450 \text{ kcal/h} \times 3,2 \text{ minutos} + 450 \text{ kcal/h} \times 56,8 \text{ minutos} / 60$;
- $\overline{M} = 450 \text{ kcal/h}$.

5.1.10 Resultado de acordo com o quadro 2 da NHO-06 (ANEXO D):

- a) Como no quadro 2 não existe o valor de $M = 450 \text{ kcal/h}$, devemos arredondar para o valor imediatamente acima que é $M = 454 \text{ kcal/h}$;
- b) Para $M = 454 \text{ kcal/h}$ no quadro 2, o máximo IBUTG aceito é 25,2 °C;
- c) Como o IBUTG medido foi de 28,29, o ciclo de trabalho não é compatível com as condições térmicas do ambiente, pois o limite de tolerância foi ultrapassado.

5.2 FUNÇÃO: ALIMENTADOR DE LINHA DE PRODUÇÃO 2

5.2.1 Nomenclatura adotada para cada situação:

- a) Situação 1: Encher o caneco com ferro líquido em frente ao forno, transportar e vaziar o ferro líquido no molde (28 minutos / 60 minutos);
- b) Situação 2: Aguardar a vez em local afastado do forno (32 minutos / 60 minutos).

5.2.2 Locais de medição:

As figuras 14 e 15 mostram o posicionamento do termômetro no momento da medição para as duas situações de exposição.



Figura 14: Local de medição da situação 1



Figura 15: Local de medição da situação 2

5.2.3 Apresentação das temperaturas registradas em cada situação

As medições foram feitas no dia 30 de janeiro de 2008, às 14 horas e a temperatura externa medida neste dia foi de 24,0 °C. As leituras do termômetro de globo estão apresentadas na tabela 3.

Tabela 3 – Temperaturas registradas no Alimentador de Linha de Produção 2 para cada situação.

Situações	Temperatura de Globo – tg				Temperatura de Bulbo Úmido - tbn			
				\bar{X}				\bar{X}
1	40,9	41,0	41,0	40,97	28,1	28,1	28,2	28,13
2	29,8	29,8	29,8	29,80	23,7	23,7	23,7	23,70

Fonte: Elaboração do autor, 2008.

5.2.4 Ciclo de Trabalho para uma base de cálculo de 60 minutos:

- a) Situação 1: tempo de trabalho 28 minutos;
- b) Situação 2: tempo de trabalho 32 minutos.

5.2.5 Cálculo de IBTUG para as situações:

- a) Situação 1:
 - $IBTUG = 0,7 t_{bn} + 0,3 t_g$;
 - $IBTUG = 31,98 \text{ }^\circ\text{C}$.

- b) Situação 2:
 - $IBTUG = 0,7 t_{bn} + 0,3 t_g$;
 - $IBTUG = 25,53 \text{ }^\circ\text{C}$.

5.2.6 Tipo de atividade de acordo com o quadro 3 do anexo 03 da NR-15 (ANEXO A) e com o quadro 1 da NHO-06 (ANEXO C):

Tabela 4 – Tipo de atividade e metabolismo gasto para cada método utilizado.

Método	Situação	Metabolismo kcal/h	Descrição
NR-15	1	440	Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos.
	2	100	Sentado em repouso.
NHO-06	1	450	Trabalho em pé, em movimento e pesado de levantar, empurrar ou arrastar pesos.
	2	90	Sentado em repouso.

Fonte: Elaboração do autor, 2008.

5.2.7 Cálculos das médias ponderadas por 60 minutos (NR-15):

- a) \overline{IBTUG} :
 - $\overline{IBTUG} = IBTUG_t \times T_t + IBTUG_d \times T_d / 60$;
 - $\overline{IBTUG} = 31,98 \text{ }^\circ\text{C} \times 28 \text{ minutos} + 25,53 \text{ }^\circ\text{C} \times 32 \text{ minutos} / 60$;
 - $\overline{IBTUG} = 28,54 \text{ }^\circ\text{C}$.

b) \bar{M} :

- $\bar{M} = M_t \times T_t + M_d \times T_d / 60$;
- $\bar{M} = 440 \text{ kcal/h} \times 28 \text{ minutos} + 100 \text{ kcal/h} \times 32 \text{ minutos} / 60$;
- $\bar{M} = 258,67 \text{ kcal/h}$.

5.2.8 Resultado de acordo com o quadro 2 do anexo 03 da NR-15 (ANEXO B):

- a) Como no quadro 2 não existe o valor de $M = 258,67 \text{ kcal/h}$, devemos arredondar para o valor imediatamente acima que é $M = 300 \text{ kcal/h}$;
- b) Para $M = 300 \text{ kcal/h}$ no quadro 2, o máximo IBUTG aceito é $27,5 \text{ }^\circ\text{C}$;
- c) Como o IBUTG medido foi de $28,54$, o ciclo de trabalho não é compatível com as condições térmicas do ambiente, pois o limite de tolerância foi ultrapassado.

5.2.9 Cálculos das médias ponderadas por 60 minutos (NHO-06):

a) $\overline{\text{IBUTG}}$:

- $\text{IBUTG} = \text{IBUTG}_1 \times t_1 + \text{IBUTG}_2 \times t_2 + \dots + \text{IBUTG}_i \times t_i + \text{IBUTG}_m \times t_m / 60$;
- $\overline{\text{IBUTG}} = 31,98 \text{ }^\circ\text{C} \times 28 \text{ minutos} + 25,53 \text{ }^\circ\text{C} \times 32 \text{ minutos} / 60$;
- $\overline{\text{IBUTG}} = 28,54 \text{ }^\circ\text{C}$.

b) \bar{M} :

- $\bar{M} = M_t \times T_t + M_d \times T_d / 60$;
- $\bar{M} = 450 \text{ kcal/h} \times 28 \text{ minutos} + 90 \text{ kcal/h} \times 32 \text{ minutos} / 60$;
- $\bar{M} = 258 \text{ kcal/h}$.

5.2.10 Resultado de acordo com o quadro 2 da NHO-06 (ANEXO D):

- a) Como no quadro 2 não existe o valor de $M = 258 \text{ kcal/h}$, devemos arredondar para o valor imediatamente acima que é $M = 259 \text{ kcal/h}$;
- b) Para $M = 259 \text{ kcal/h}$ no quadro 2, o máximo IBUTG aceito é $28,6 \text{ }^\circ\text{C}$;
- c) Como o IBUTG medido foi de $28,54$, o ciclo de trabalho é compatível com as condições térmicas do ambiente, pois o limite de tolerância não foi ultrapassado.

5.3 FUNÇÃO: ACABADOR DE MOLDES

5.3.1 Nomenclatura adotada para cada situação:

- a) Situação 1: Retirar as impurezas do metal fundido e colocar os pesos sobre o molde (15 minutos / 60 minutos);
- b) Situação 2: Aguardar sentado (45 minutos / 60 minutos).

5.3.2 Locais de medição:

As figuras 16 e 17 mostram o posicionamento do termômetro no momento da medição para as duas situações de exposição.



Figura 16: Local de medição da situação 1



Figura 17: Local de medição da situação 2

5.3.3 Apresentação das temperaturas registradas em cada situação

As medições foram feitas no dia 01 de fevereiro de 2008, às 14 horas e a temperatura externa medida neste dia foi de 23,0 °C. As leituras do termômetro de globo estão apresentadas na tabela 5.

Tabela 5 – Temperaturas registradas no Acabador de Moldes para cada situação.

Situações	Temperatura de Globo - tg			\bar{X}	Temperatura de Bulbo Úmido - tbn			\bar{X}
1	30,2	30,2	30,2	30,20	25,0	25,0	25,1	25,03
2	29,8	29,9	29,9	29,87	23,9	24,0	23,9	23,93

Fonte: Elaboração do autor, 2008.

5.3.4 Ciclo de Trabalho para uma base de cálculo de 60 minutos:

- a) Situação 1: tempo de trabalho 15 minutos;
- b) Situação 2: tempo de trabalho 45 minutos.

5.3.5 Cálculo de IBTUG para as situações:

a) Situação 1:

- $IBUTG = 0,7 tbn + 0,3 tg$;
- $IBUTG = 26,58 \text{ }^\circ\text{C}$.

b) Situação 2:

- $IBUTG = 0,7 tbn + 0,3 tg$;
- $IBUTG = 25,71 \text{ }^\circ\text{C}$.

5.3.6 Tipo de atividade de acordo com o quadro 3 do anexo 03 da NR-15 (ANEXO A) e com o quadro 1 da NHO-06 (ANEXO C):

Tabela 6 – Tipo de atividade e metabolismo gasto para cada método utilizado.

Método	Situação	Metabolismo kcal/h	Descrição
NR-15	1	300	Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.
	2	100	Sentado em repouso.
NHO-06	1	300	Trabalho em pé, em movimento, moderado de levantar ou empurrar.
	2	90	Sentado em repouso.

Fonte: Elaboração do autor, 2008.

5.3.7 Cálculos das médias ponderadas por 60 minutos (NR-15):

a) $\overline{\text{IBUTG}}$:

- $\overline{\text{IBUTG}} = \text{IBUTG}_t \times T_t + \text{IBUTG}_d \times T_d / 60$;
- $\overline{\text{IBUTG}} = 26,58 \text{ }^\circ\text{C} \times 15 \text{ minutos} + 25,71 \text{ }^\circ\text{C} \times 45 \text{ minutos} / 60$;
- $\overline{\text{IBUTG}} = 25,93 \text{ }^\circ\text{C}$.

b) \overline{M} :

- $\overline{M} = M_t \times T_t + M_d \times T_d / 60$;
- $\overline{M} = 300 \text{ kcal/h} \times 15 \text{ minutos} + 100 \text{ kcal/h} \times 45 \text{ minutos} / 60$;
- $\overline{M} = 150 \text{ kcal/h}$.

5.3.8 Resultado de acordo com o quadro 2 do anexo 03 da NR-15 (ANEXO B):

- a) Como no quadro 2 não existe o valor de $M = 150 \text{ kcal/h}$, devemos arredondar para o valor imediatamente acima que é $M = 175 \text{ kcal/h}$;
- b) Para $M = 175 \text{ kcal/h}$ no quadro 2, o máximo IBUTG aceito é $30,5 \text{ }^\circ\text{C}$;
- c) Como o IBUTG medido foi de $25,93$, o ciclo de trabalho é compatível com as condições térmicas do ambiente, pois o limite de tolerância não foi ultrapassado.

5.3.9 Cálculos das médias ponderadas por 60 minutos (NHO-06):

a) $\overline{\text{IBUTG}}$:

- $\text{IBUTG} = \text{IBUTG}_1 \times t_1 + \text{IBUTG}_2 \times t_2 + \dots + \text{IBUTG}_i \times t_i + \text{IBUTG}_m \times t_m / 60$;
- $\overline{\text{IBUTG}} = 26,58 \text{ }^\circ\text{C} \times 15 \text{ minutos} + 25,71 \text{ }^\circ\text{C} \times 45 \text{ minutos} / 60$;
- $\overline{\text{IBUTG}} = 25,93 \text{ }^\circ\text{C}$.

b) \overline{M} :

- $\overline{M} = M_t \times T_t + M_d \times T_d / 60$;
- $\overline{M} = 300 \text{ kcal/h} \times 15 \text{ minutos} + 90 \text{ kcal/h} \times 45 \text{ minutos} / 60$;
- $\overline{M} = 142,5 \text{ kcal/h}$.

5.3.10 Resultado de acordo com o quadro 2 da NHO-06 (ANEXO D):

- a) Como no quadro 2 não existe o valor de $M = 142,5 \text{ kcal/h}$, devemos arredondar para o valor imediatamente acima que é $M = 143 \text{ kcal/h}$;
- b) Para $M = 143 \text{ kcal/h}$ no quadro 2, o máximo IBUTG aceito é $31,5 \text{ }^\circ\text{C}$;
- c) Como o IBUTG medido foi de $25,93$, o ciclo de trabalho é compatível com as condições térmicas do ambiente, pois o limite de tolerância não foi ultrapassado.

6. RESULTADOS

6.1 COMPARAÇÃO DAS AVALIAÇÕES FEITAS SEGUINDO OS MÉTODOS PROPOSTOS (NR-15 X NHO-06)

6.1.1 Função: Alimentador de linha de produção 1

6.1.1.1 NR-15 (anexo 3):

- a) $\overline{IBUTG} = 28,29 \text{ }^\circ\text{C}$;
- b) $\overline{M} = 440 \text{ kcal/h}$ (450 kcal/h);
- c) $LT = 25,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

6.1.1.2 Resultado NR-15 (anexo 3):

- a) O ciclo de trabalho **não é compatível** com as condições térmicas do ambiente, pois o **limite de tolerância foi ultrapassado**.

6.1.1.3 NHO-06:

- a) $\overline{IBUTG} = 28,29 \text{ }^\circ\text{C}$;
- b) $\overline{M} = 450 \text{ kcal/h}$ (454 kcal/h);
- c) $LT = 25,2 \text{ }^\circ\text{C}$.

6.1.1.4 Resultado NHO-06:

- a) O ciclo de trabalho **não é compatível** com as condições térmicas do ambiente, pois o **limite de tolerância foi ultrapassado**.

6.1.2 Função: Alimentador de linha de produção 2

6.1.2.1 NR-15 (anexo 3):

- a) $\overline{\text{IBUTG}} = 28,54 \text{ }^\circ\text{C}$;
- b) $\overline{\text{M}} = 258,67 \text{ kcal/h}$ (300 kcal/h);
- c) $\text{LT} = 27,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

6.1.2.2 Resultado NR-15 (anexo 3):

- a) O ciclo de trabalho **não é compatível** com as condições térmicas do ambiente, pois o **limite de tolerância foi ultrapassado**.

6.1.2.3 NHO-06:

- a) $\overline{\text{IBUTG}} = 28,54 \text{ }^\circ\text{C}$;
- b) $\overline{\text{M}} = 258 \text{ kcal/h}$ (259 kcal/h);
- c) $\text{LT} = 28,6 \text{ }^\circ\text{C}$.

6.1.2.4 Resultado NHO-06:

- a) O ciclo de trabalho **é compatível** com as condições térmicas do ambiente, pois o **limite de tolerância não foi ultrapassado**.

6.1.3 Função: Acabador de Moldes

6.1.3.1 NR-15 (anexo 3):

- a) $\overline{\text{IBUTG}} = 25,93 \text{ }^\circ\text{C}$;
- b) $\overline{\text{M}} = 150 \text{ kcal/h}$ (175 kcal/h);
- c) $\text{LT} = 30,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

6.1.3.2 Resultado NR-15 (anexo 3):

- a) O ciclo de trabalho **é compatível** com as condições térmicas do ambiente, pois o **limite de tolerância não foi ultrapassado**.

6.1.3.3 NHO-06:

- a) $\overline{\text{IBUTG}} = 25,93 \text{ } ^\circ\text{C}$;
- b) $\overline{M} = 142,5 \text{ kcal/h}$ (143 kcal/h);
- c) $\text{LT} = 31,5 \text{ } ^\circ\text{C}$.

6.1.3.4 Resultado NHO-06:

- a) O ciclo de trabalho é **compatível** com as condições térmicas do ambiente, pois o **limite de tolerância não foi ultrapassado**.

6.2 RESUMO DA COMPARAÇÃO DA NR-15 (anexo 3) X NHO-06

O resumo da comparação das avaliações feitas seguindo os dois métodos propostos – NR-15 e NHO-06 – pode ser visualizado na tabela 7 e no gráfico da figura 18 e comentados a seguir.

Tabela 7 – Comparação dos resultados analisando a NR-15 e a NHO-06 para as funções avaliadas.

Função	Método	IBUTG ($^\circ\text{C}$)	M (kcal/h)	LT ($^\circ\text{C}$)	Conforme	Ñ conforme
Alimentador de linha de produção 1	NR-15	28,29	450	25,5		X
	NHO-06	28,29	454	25,2		X
Alimentador de linha de produção 2	NR-15	28,54	300	27,5		X
	NHO-06	28,54	259	28,6	X	
Acabador de Moldes	NR-15	25,93	175	30,5	X	
	NHO-06	25,93	143	31,5	X	

Fonte: Elaboração do autor, 2008.

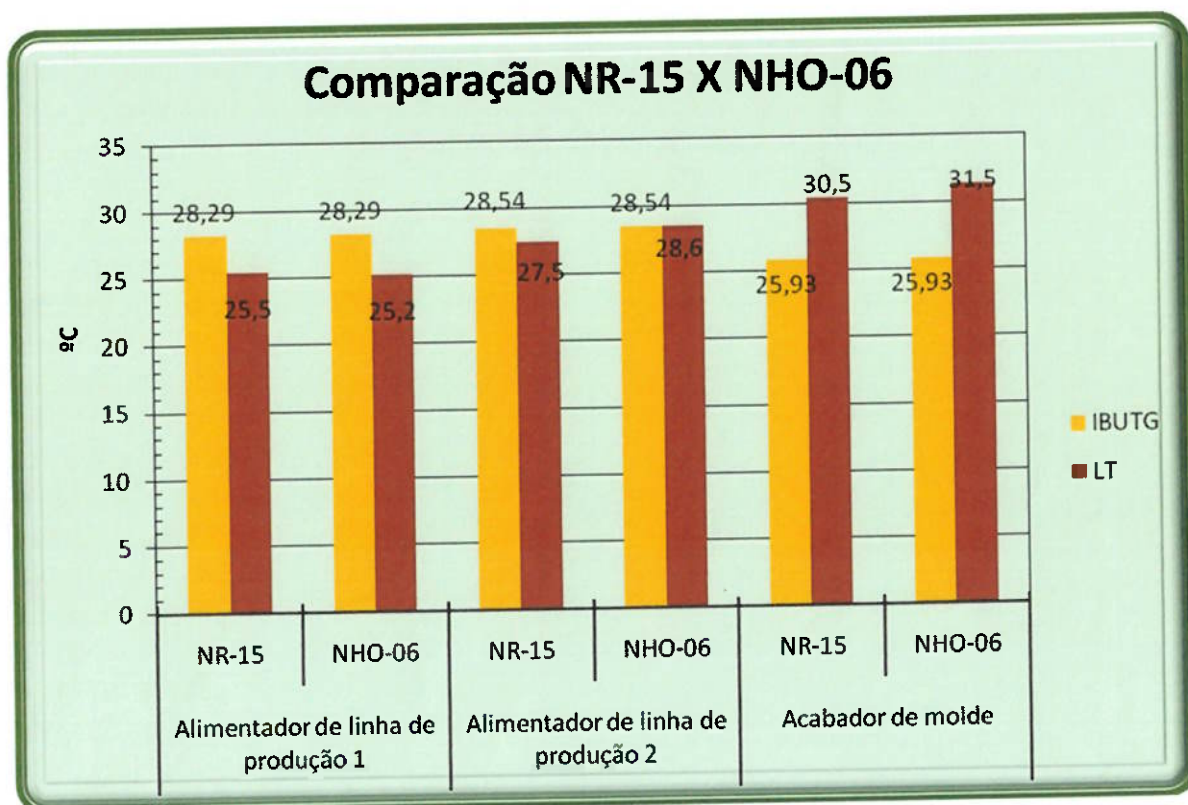


Figura 18 - Gráfico da comparação da NR-15 X NHO-06.

Fonte: Elaboração do autor, 2008.

7. DISCUSSÃO

7.1 FUNÇÃO: ALIMENTADOR DE LINHA DE PRODUÇÃO 1

Ao utilizar as metodologias propostas, o que pode ser ressaltado nas atividades executadas nesta função é que mesmo a atividade realizada em temperatura mais amena (situação 2), esta é realizada com índice IBUTG acima do limite de tolerância, ou seja, mesmo que o funcionário executasse apenas as atividades descritas nesta situação, o ciclo de trabalho não seria compatível com as condições térmicas do ambiente. Isto se dá devido ao tipo de atividade realizada nesta situação, pois mesmo que o valor de IBUTG seja mais baixo, o tipo de atividade é o mesmo, ou seja, trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos, fazendo com que o limite de tolerância para esta função tenha um valor baixo.

Quando foram comparados os métodos utilizados, o que pôde-se observar é a diferença do limite de tolerância entre eles. Como o índice medido está muito acima do limite de tolerância essa diferença não influenciou no resultado, no entanto se o índice medido tivesse um valor próximo ao limite de tolerância, essa diferença poderia influenciar no resultado desta comparação.

7.2 FUNÇÃO: ALIMENTADOR DE LINHA DE PRODUÇÃO 2

Nesta função, ao avaliar seguindo a metodologia da NR-15 (anexo 3), se pode destacar o tempo que o trabalhador leva para realizar as atividades da situação 1, ou seja, ele passa quase a metade do ciclo de trabalho realizando as atividades onde as condições térmicas são mais desfavoráveis, fazendo com que no final do ciclo de trabalho, estas atividades não sejam compatíveis com as condições térmicas do ambiente.

A avaliação realizada nesta função, seguindo a NHO-06, merece atenção especial, pois apesar do ciclo de trabalho ser compatível com as condições térmicas do ambiente, ou seja, o limite de tolerância não foi ultrapassado, o índice medido foi de 0,06 °C inferior ao máximo permitido. Ainda que o limite de tolerância não seja ultrapassado, mas devido a pouca diferença entre o índice medido e o máximo permitido, devem-se tomar precauções para que em condições ambientais diferentes do dia em que foi medida esta condição térmica o limite de tolerância não seja ultrapassado, portanto, fazem-se necessárias novas avaliações para que se possa ter um histórico e assim conclusões de forma mais correta.

A diferença encontrada nos resultados das duas metodologias se dá devido aos quadros de limites de tolerância de cada metodologia. Como se pode observar, o metabolismo gasto nos dois cálculos é praticamente o mesmo (NR-15 = 258,67 kcal/h e NHO-06 = 258 kcal/h), no entanto, no momento de consultar a tabela pega-se o valor imediatamente acima, e é aí que as conclusões se diferenciam, pois o limite de tolerância varia de acordo com o metabolismo gasto. Na NR-15 o valor seguinte é 300 kcal/h, já na NHO-06 esse valor é de 259 kcal/h, isso faz com que haja essa diferença nos limites de tolerância e nos resultados de cada metodologia.

7.3 FUNÇÃO: ACABADOR DE MOLDES

Como os trabalhadores que exercem essa função têm atividades leves ou moderadas, o limite de tolerância para essas condições térmicas acaba sendo alto e dificilmente ultrapassado.

O que podemos observar é a diferença do limite de tolerância entre os métodos utilizados. Como o índice medido está muito abaixo do limite de tolerância essa diferença não influenciou no resultado, no entanto se o índice medido tivesse um valor próximo ao limite de tolerância, essa diferença poderia influenciar no resultado desta comparação.

8. CONCLUSÃO

8.1 FUNÇÃO: ALIMENTADOR DE LINHA DE PRODUÇÃO 1

As avaliações feitas seguindo as duas metodologias propostas foram semelhantes, tendo como conclusão de que o ciclo de trabalho não é compatível com as condições térmicas do ambiente de trabalho.

8.2 FUNÇÃO: ALIMENTADOR DE LINHA DE PRODUÇÃO 2

Na comparação das duas metodologias para este caso, há uma situação onde, a NR-15 (anexo 3) mostra que o ciclo de trabalho não é compatível com as condições térmicas do ambiente, e a NHO-06 demonstra um ciclo de trabalho compatível com as condições térmicas do ambiente.

8.3 FUNÇÃO: ACABADOR DE MOLDES

As avaliações feitas seguindo as duas metodologias propostas foram semelhantes, tendo como conclusão de que o ciclo de trabalho é compatível com as condições térmicas do ambiente de trabalho.

9. RECOMENDAÇÕES

9.1 GERAIS

- Realizar novas avaliações no setor em estudo, para assim obtermos um histórico na empresa, e com isso termos a certeza das decisões a serem tomadas;
- Implantar vestimentas permeáveis ao vapor ou a água para que haja uma remoção do calor eficaz;
- Investir em novas máquinas e equipamentos que eliminem ou reduzam a exposição do trabalhador ao calor, para tanto seria necessário a realização de novas avaliações, e um estudo de equipamentos disponíveis no mercado;
- Informação e treinamento dos trabalhadores no que diz respeito à natureza do estresse do calor e seus efeitos adversos, assim como as medidas de proteção. Devem também aprender a reconhecer os sintomas e sinais de transtornos produzidos pelo calor. Outra informação necessária aos trabalhadores é quanto à necessidade de uma dieta balanceada e a ingestão de água e líquidos reidratantes acima da satisfação da sede.
- Ter um controle médico eficaz, desde a admissão do funcionário até seu desligamento da empresa com um acompanhamento periódico aos trabalhadores expostos ao calor;
- Manter uma hidratação adequada, acompanhamento nutricional e reposição salina, estes são fatores essenciais para atingir um desempenho máximo no trabalho;
- Uma das medidas mais importantes para os trabalhadores que estão iniciando seus trabalhos em atividades com exposição ao calor é o período de aclimação, ou seja, um período de adaptação às condições

de trabalho. A aclimação deve ser feita de maneira gradual e crescente, ou seja, o trabalhador deve ser exposto aos poucos às condições de trabalho até que consiga, com o acompanhamento médico, realizar as atividades sem grandes mudanças fisiológicas no seu organismo. Sempre que o trabalhador ficar mais de uma semana afastado de suas atividades, ele deve passar por uma nova aclimação. Vale à pena ressaltar que mesmo para uma pessoa aclimatada à exposição ao calor deve ser sempre reduzida.

9.2 POR FUNÇÃO

9.2.1 Alimentador de Linha de Produção 1

O ideal para se conseguir um ciclo de trabalho compatível com as condições térmicas do ambiente seria fazer o índice medido ser mais baixo que o atual. Isso poderia ser alcançado com a melhoria das condições térmicas do ambiente introduzindo ventilação dirigida, colocando anteparos e/ou introduzindo um sistema de trabalho/descanso – descanso em local onde a atividade seja leve e com condição térmica mais amena.

9.2.2 Alimentador de Linha de Produção 2

Para esta situação o que poderia ser feito é a mudança da relação de tempo trabalho/descanso, ou seja, aumentar o tempo de descanso onde o trabalhador fica sentado, em repouso e as condições térmicas são mais amenas. A ventilação neste caso não é uma boa opção, pois o processo produtivo não permite temperaturas mais baixas, no entanto, um anteparo na saída do ferro fundido seria um meio de amenizar um pouco a exposição a qual o trabalhador está submetido.

9.2.3 Acabador de Moldes

Como os índices medidos estão bem abaixo do limite de tolerância, os trabalhadores desta função não necessitam de intervenção no que diz respeito às mudanças de processo produtivo ou de engenharia quando foi avaliada a exposição ao calor.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste item serão ressaltadas algumas dificuldades encontradas na elaboração deste trabalho, como:

- A não disponibilização por parte da empresa de alguns dados como, o número de trabalhadores afastados com problemas relacionados à exposição ao calor, antigas avaliações e rotatividade de funcionários;
- O pouco tempo que a empresa permitiu para a realização das avaliações e demais atividades descritas neste trabalho;
- Ainda devido ao tempo que foi proporcionado para a realização do trabalho, não foi possível fazer avaliações de alguns riscos ocupacionais que poderiam estar inclusos no corpo deste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HIGIENISTAS OCUPACIONAIS – ABHO. **TLVs e BEIs** – Tradução dos Limites de Exposição (TLVs) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos e Índices Biológicos de Exposição (BEIs) da ACGIH. 2005.

COUTO, H. A.; **Ergonomia aplicada ao trabalho: conteúdo básico: guia prático**. Belo Horizonte: ERGO Editora, 2007. 272 p.

COUTO, H. A.; **Ergonomia aplicada ao trabalho: O manual técnico da máquina humana**. Belo Horizonte: ERGO Editora, 1995. Vol. I. 353 p.

FERNANDES, M.; MORATA, T. C.; **Estudo dos efeitos auditivos e extra-auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração**. Rev. Bras. Otorrinolaringol., V.68, n.5, 705-13, set./out. 2002.

FIEDLER, N. C.; VENTUROLI, F.; MINETTI, L. J. **Análise de fatores ambientais em marcenarias no Distrito Federal**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG, 01/01/2006, v.10, n.3, p.679–685.

LIDA, I; **Ergonomia: Projeto e produção**. 2ª Edição rev. E ampl. – São Paulo: Editora Edgard Blüncher, 2005. 614 p.

MENDES, R. **Patologia do Trabalho**. 2ª Ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2003. 2 v.

MENDES, R. **O impacto dos efeitos da ocupação sobre a saúde de trabalhadores. I — Morbidade**. Rev. Saúde públ., S. Paulo, 22:311-26, 1988.

MINETTE, L. J. et. al. **Avaliação dos níveis de ruído, luz e calor em máquinas de colheita florestal**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, UAEAg/UFCG, 13/07/2007, v.11, n.6, p.664–667.

MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL. **Doenças relacionadas ao trabalho: Manual de Procedimentos para os Serviços de Saúde**. Brasília: Editora MS, 2001. 580 p.

MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. **Enciclopedia de salud y seguridad em el trabajo**. Madrid, 1998. 4 v.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – Fundacentro. **Norma de higiene ocupacional. Procedimento técnico: Avaliação Ocupacional ao Calor – NHO-06**. 2002.

MORAES. G. A. **Normas regulamentadoras comentadas: Legislação de Segurança e Saúde no Trabalho**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Gerenciamento Verde Editora; Livraria Virtual, 2005. 2 v.

REZENDE, M. P. **Agravo à saúde de auxiliares de enfermagem resultante da exposição ocupacional aos riscos físicos**. 2003. 127 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

ROCHA, R; et. al. **Efeito de estresse ambiental sobre a pressão arterial de trabalhadores**. Rev. Saúde Pública, 2002; 36(5):568-75.

RUAS. A. C. **Conforto térmico nos ambientes de trabalho**. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – Fundacentro, 1999. 94p.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Programa de Educação Continuada. **Doenças ocupacionais, toxicologia e epidemiologia**. São Paulo, 2007. 291 p. Apostila do Curso de Higiene Ocupacional.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Programa de Educação Continuada. **Agentes físicos II**. São Paulo, 2006. 153 p. Apostila do Curso de Higiene Ocupacional.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Programa de Educação Continuada. **Introdução à higiene ocupacional e legislação ocupacional**. São Paulo, 2007. 173 p. Apostila do Curso de Higiene Ocupacional.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Programa de Educação Continuada. **Higiene ocupacional e atividades industriais**. São Paulo, 2007. 259 p. Apostila do Curso de Higiene Ocupacional.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Programa de Educação Continuada. **Ventilação industrial**. São Paulo, 2007. 173 p. Apostila do Curso de Higiene Ocupacional.

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA. Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação. **Conforto ambiental térmico**. Apostila do Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Tubarão, Unisul, 2006, 59p.

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA. Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação. **O ambiente e as doenças do trabalho**. Apostila do Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Tubarão, Unisul, 2007.

ANEXOS

ANEXO A – Quadro 3 da NR-15 (anexo 3)

TAXAS DE METABOLISMO POR TIPO DE ATIVIDADE

TIPO DE ATIVIDADE	Kcal/h
SENTADO EM REPOUSO	100
TRABALHO LEVE	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia).	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir).	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
TRABALHO MODERADO	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
TRABALHO PESADO	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).	440
Trabalho fatigante	550

ANEXO B – Quadro 2 da NR-15 (anexo 3)

Limites de tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com período de descanso em outro local (local de descanso)

M (Kcal/h)	MÁXIMO IBUTG
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

M = taxa de metabolismo média ponderada para uma hora.

ANEXO C – Quadro 1 da NHO-06

TAXA METABÓLICA POR TIPO DE ATIVIDADE

Atividade	Taxa metabólica (Kcal/h) ^a	Taxa metabólica (W/m ²) ^b
SENTADO		
Em repouso	90	58
Trabalho leve com as mãos (exs.: escrever, datilografar)	105	68
Trabalho moderado de mãos e braços (exs.: desenhar, trabalho leve de montagem)	125	81
Trabalho leve de braços e pernas (exs.: dirigir em auto-estrada, trabalho em máquina de costura não motorizada)	170	110
Trabalho pesado de mãos e braços (exs.: bater pregos, limar)	210	136
Trabalho moderado de braços e pernas (exs.: dirigir ônibus ou caminhão em trânsito urbano)	215	139
EM PÉ		
Em repouso	115	74
Trabalho leve em máquina ou bancada, principalmente com os braços	150	97
Trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação	175	113
Trabalho moderado de braços e troncos (exs.: limar, passar a ferro, bater pregos)	225	146
Trabalho pesado de braços e troncos (exs.: corte manual com serrote ou serra)	365	236
EM PÉ, EM MOVIMENTO		
Andando no plano		
2 km/h	170	110
3 km/h	217	140
4 km/h	255	165
5 km/h	309	200
Subindo rampa (3 km/h)		
a 5° de inclinação	302	195
a 10° de inclinação	425	275
a 15° de inclinação	630	390
Descendo rampa (5km/h)		
a 5° de inclinação	201	130
a 10° de inclinação	178	115
a 15° de inclinação	186	120
Subindo escada (80 degraus por minuto – altura do degrau de 0,17m)	681	440
Subindo escada com carga moderada	725	469
Descendo escada (80 degraus por minuto – altura do degrau de 0,17m)	240	155
Trabalho moderado de braços (exs.: varrer, trabalho em almoxarifado)	275	178

Atividade	Taxa metabólica (Kcal/h) ^a	Taxa metabólica (W/m ²) ^b
Trabalho moderado de levantar ou empurrar	300	194
Trabalho de empurrar carrinhos de mão, em nível, com carga	335	217
Trabalho de carregar pesos ou com movimentos vigorosos com os braços (ex.: trabalho com foice)	425	275
Trabalho pesado de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá, abertura de valas)	450	291
Transportando carga, no plano (4 km/h)		
peso de 10 kg	286,1	185
peso de 30 kg	386,6	250
peso de 50 kg	556,7	360
Correndo		
9 km/h	675	437
12 km/h	750	485
15 km/h	850	550

^a Taxa metabólica definida para o homem-padrão (área superficial igual a 1,8 m²)

^b Relação matemática de conversão das unidades para o home padrão: 1 kcal/h = 0,859107 X 1,8 W/m²

ANEXO D – Quadro 2 da NHO-06

LIMITE DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR

M	IBUTG MÁX (IBUTG máximo permissível)	M	IBUTG MÁX (IBUTG máximo permissível)
Kcal/h	(°C)	Kcal/h	(°C)
125	32,0	268	28,4
128	31,9	272	28,3
132	31,8	277	28,2
136	31,7	282	28,1
139	31,6	286	28,0
143	31,5	290	27,9
146	31,4	295	27,8
150	31,3	299	27,7
154	31,2	303	27,6
157	31,1	307	27,5
162	31,0	311	27,4
165	30,9	316	27,3
169	30,8	321	27,2
173	30,7	327	27,1
176	30,6	333	27,0
181	30,5	338	26,9
184	30,4	344	26,8
188	30,3	350	26,7
192	30,2	356	26,6
196	30,1	361	26,5
200	30,0	367	26,4
204	29,9	373	26,3
209	29,8	379	26,2

M	IBUTG MÁX (IBUTG máximo permisible)	M	IBUTG MÁX (IBUTG máximo permisible)
Kcal/h	(°C)	Kcal/h	(°C)
213	29,7	385	26,1
218	29,6	391	26,0
222	29,5	397	25,9
227	29,4	400	25,8
231	29,3	406	25,7
236	29,2	416	25,6
240	29,1	425	25,5
244	29,0	434	25,4
247	28,9	443	25,3
250	28,8	454	25,2
254	28,7	470	25,1
259	28,6	500	25,0
263	28,5	-	-