

MARINA YAMAUCHI SANTOS

ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR EM
UMA METALÚRGICA

São Paulo
2016

MARINA YAMAUCHI SANTOS

ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR EM
UMA METALÚRGICA

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Especialista em
Engenharia de Segurança do Trabalho.

São Paulo
2016

Dedico este trabalho aos meus pais que me proporcionaram uma boa infância e vida acadêmica, pela fé e confiança.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais, pela confiança e fé depositadas em mim.

Aos amigos e companheiros de curso pela amizade ao longo do curso.

Aos professores que nos auxiliaram e repassaram seus conhecimentos durante o andamento do curso.

A metalúrgica que permitiu que fosse utilizada como objeto de estudo.

“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

(Albert Einstein)

RESUMO

Um colaborador exposto em condições de intenso calor pode provocar reações fisiológicas como sudorese intensa. O objetivo deste estudo de caso foi avaliar a exposição ao calor durante o período mais quente do ano para colaboradores que operam fornos nos setores de Tratamento à Vapor e Têmpera de uma metalúrgica responsável pela produção de brocas para variadas finalidades. Para a realização do trabalho foi feita entrevista com os colaboradores, verificação de programa de prevenção de riscos ambientais (PPRA), análise e amostragem das temperaturas no qual o colaborador encontra se expostos. Os resultados indicaram que dentre 7 colaboradores, sendo 5 do setor de Têmpera e 2 do setor de Tratamento à Vapor, 46% já apresentaram transpiração excessiva, 23% apresentam náuseas durante a jornada de trabalho, 15% queda de pressão, 8% câibras e 8% exaustão. Foram realizados a amostragem de temperatura e cálculo do índice de bulbo úmido termômetro de globo (IBUTG) para 3 processos produtivos, um cenário no qual o colaborador esteja exposto ao calor. Os resultados obtidos com o termômetro de globo apresentaram que apenas 1 processo produtivo apresenta se acima do limite de tolerância de IBUTG entretanto todos os colaboradores entrevistados indicaram que já sofreram de reações fisiológicas adversas relacionados ao calor. Conclui se que todos os objetivos foram atingidos sendo realizada todas as avaliações as propostas, e foram verificados os riscos e as consequências aos colaboradores expostos além de apresentados recomendações.

Palavras-chave: Calor. Fornos. Exposição ocupacional. IBUTG.

ABSTRACT

An employee exposed to intense heat conditions can cause physiological reactions such as intense sweating. The purpose of this case study was to evaluate the heat exposure, during the warmer period of the year, for employees who operate furnaces in the Steaming and Quenching sector of a metallurgical facility, which produces drills with different purposes. During the assessment, it was conducted interviews with employees, Environmental Risk Prevention Program (PPRA) evaluation, analysis and sampling of temperatures to which the employees are exposed. The results indicates that among 7 workers, 5 from Quenching sector and 2 from Steaming sector, 46% presented excessive sweating, 23% presented nausea in working hours, 15% pressure drop, 8% muscle cramps and 8% exhaustion. It was performed temperature sampling and The Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) calculation for the 3 production processes, one scenario in which the employee is exposed to heat. The obtained results with globe thermometer presented only one production process with values exceeding the WBGT standards limits; however all interviewed workers faced adverse physiological reactions related to heat. It concludes that all objectives were achieved being held every owner? Proposals, and verified the risks and consequences to employees exposed beyond presented recommendations.

Key words: Heat. Furnaces. Occupational Exposure. WBGT.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Ilustração de Trocar térmicas de radiação e convecção | 17 |
| Figura 2 – Quadro 1: Regime de Trabalho Intermitente com descanso..... | 21 |
| Figura 3 – Quadro 3: Classificação do tipo de atividade..... | 22 |
| Figura 4 – Quadro 2 – IBUTG para metabolismo médio ponderado..... | 23 |
| Figura 5 – Representação do termômetro de globo..... | 25 |
| Figura 6 – Representação do termômetro de bulbo úmido..... | 25 |
| Figura 7 – Representação do conjunto de avaliação de IBUTG..... | 26 |
| Figura 8 – Representação de IBUTG digital..... | 27 |
| Figura 9 – Layout da Área de Produção | 32 |
| Figura 10- Montagem da carga. | 33 |
| Figura 11 - Carga transportada pelo carrinho. | 33 |
| Figura 12 – Cargas encaminhadas para a Mafac. | 34 |
| Figura 13 – Peças na Mafac. | 34 |
| Figura 14 – Fornos Brasimet. | 35 |
| Figura 15 – <i>Layout</i> do Tratamento a Vapor..... | 36 |
| Figura 16 - Dispositivos carregados de pinos e forneiro..... | 37 |
| Figura 17 - A carga encaminhada para a abertura do forno | 37 |
| Figura 18 - Desmonte da carga | 38 |
| Figura 19 - Avaliação de peças e montagem do dispositivo. | 39 |
| Figura 20 - Forno à vácuo. | 40 |
| Figura 21 – <i>Layout</i> da Têmpera..... | 40 |
| Figura 22 – Gráfico 1: Idade dos Colaboradores. | 42 |
| Figura 23 – Gráfico 2: Dados Climatológicos. | 43 |
| Figura 24 – Gráfico 3: Reações Fisiológica | 44 |
| Figura 25 - Tabela 1 - Resultados de Tratamento à Vapor..... | 45 |
| Figura 26 - Tabela 2 - Resultados Tempera I | 46 |
| Figura 27 - Tabela 3 - Resultados Tempera II – Local de descanso..... | 47 |
| Figura 28 - Tabela 4 - Resultados Tempera II – Local de trabalho. | 47 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------------------|--|
| ACGIH | <i>American Conference of Governmental Industrial Hygienist</i> |
| C | Calor ganho ou perdido por condução-convecção |
| CEC | Comissão Econômica Europeia |
| E | Calor perdido por evaporação |
| EPI | Equipamento de proteção individual |
| ICOH | Comissão Internacional de Saúde Ocupacional |
| IBUTG | Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo |
| LT | Limite de Tolerância |
| M | Calor produzido pelo metabolismo |
| Md | Taxa de metabolismo no local de descanso |
| Mt | Taxa de metabolismo no local de trabalho |
| NR | Norma Regulamentadora |
| OMS | Organização Mundial da Saúde |
| PPRA | Programa de Prevenção de Riscos Ambientais |
| Q | Calor acumulado no organismo |
| R | Calor ganho ou perdido por radiação |
| tbn | temperatura do bulbo úmido natural |
| tg | temperatura de globo |
| Td | Soma dos tempos, em minutos em que se permanece no local de descanso |
| t_{sa} | temperatura do meio ambiente |
| t_{sc} | temperatura de superfície do corpo |
| Tt | Soma dos tempos, em minutos em que se permanece no local de trabalho |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|----------------------|-----------------------|
| m² | metro quadrado |
| °C | temperatura Celsius |
| kcal/h | quilocaloria por hora |
| L/h | litros por hora |
| % | porcentagem |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 OBJETIVO | 13 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA | 13 |
| 2. REVISÃO DA LITERATURA | 14 |
| 2.1 HIGIENE OCUPACIONAL | 14 |
| 2.2 RISCOS OCUPACIONAIS | 14 |
| 2.3 AGENTES FÍSICOS | 15 |
| 2.4 CALOR | 16 |
| 2.5 EQUILÍBRIO TÉRMICO | 18 |
| 2.6 REAÇÕES DO ORGANISMO AO CALOR | 19 |
| 2.7 AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR | 20 |
| 2.8 TERMÔMETRO DE GLOBO (ÍNDICE DE UBTG) | 24 |
| 2.9 CONFORTO TÉRMICO | 27 |
| 2.10 INDÚSTRIA METALÚRGICA | 27 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS | 29 |
| 3.1 VISTORIA NA ÁREA – SETOR TRATAMENTO A VAPOR E TEMPERA | 29 |
| 3.2 ENTREVISTA COM COLABORADOR | 29 |
| 3.3 PPRA | 30 |
| 3.4 AMOSTRAGEM DE TEMPERATURA | 30 |
| 3.5 ANÁLISE DE RESULTADOS OBTIDOS | 31 |
| 3.6 CARACTERIZAÇÃO DA METALÚRGICA | 31 |
| 3.7 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR DE TRATAMENTO A VAPOR | 32 |
| 3.8 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR DE TEMPERA | 36 |
| 4. RESULTADOS | 41 |
| 4.1 VISTORIA TÉCNICA | 41 |
| 4.2 RESULTADOS DE ENTREVISTA: PERFIL DOS COLABORADORES | 41 |
| 4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PPRA | 44 |
| 4.4 RESULTADO DA AMOSTRAGEM DE TERMOMETRO DE GLOBO NO SETOR DE TRATAMENTO A VAPOR | 45 |
| 4.5 RESULTADO DA AMOSTRAGEM DE TEMOMETRO DE GLOBO NO SETOR DE TEMPERA | 46 |
| 4.6 DISCUSSÕES FINAIS | 48 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| 5. CONCLUSÃO..... | 50 |
| 6. RECOMENDAÇÕES | 51 |
| REFERÊNCIAS | 52 |

1. INTRODUÇÃO

As condições de trabalho no qual os colaboradores estão inseridos sofreram mudanças significativas em comparação com as gerações anteriores de trabalhadores, no qual inicialmente a produção era realizada artesanalmente, e após a Revolução Industrial houve a introdução de máquinas com uma produção em larga escala (SPILLERE; FURTADO, 2007).

Assim como houve o avanço tecnológico e o aumento de produção, o índice de acidentes e doenças relacionados ao trabalho também aumentaram afetando dessa forma grande parte da população trabalhadora. Tendo em vista a este quadro foram desenvolvidas normas e legislações para garantir a integridade e saúde de colaboradores. (SPILLERE; FURTADO, 2007).

No atual cenário apresentado observa-se que parte dos acidentes e doenças relacionados ao trabalho estavam diretamente relacionados a exposição de agentes físicos (ruído, calor, frio, radiações ionizantes e não ionizantes), químicos (aerodispersóides, gases, vapores) e biológicos (bactérias, fungos) (BRASIL, 2004).

Indústrias utilizam o calor em seus processos produtivos principalmente metalúrgicas no qual trabalham com materiais metálicos que serão fundidos em altas temperaturas submetendo os colaboradores a condições de calor intenso (BRASIL, 2004).

Essas condições de calor intenso associadas ou não aos períodos mais quente do ano podem provocar reações fisiológicas como sudorese intensa, aumento da frequência das pulsações e aumento da temperatura interna do corpo. Tais adversidades acarretam fadiga, diminuição da percepção e raciocínio além de perturbações psicológicas (EPUSP, 2014).

1.1 OBJETIVO

O objetivo deste estudo de caso é avaliar a exposição ao calor para colaboradores dos setores de Tratamento à Vapor e Têmpera de uma metalúrgica durante o período mais quente o ano, avaliar e comparar os resultados com as análises realizadas em épocas de temperaturas mais amenas e definir os riscos e possíveis consequências que os colaboradores estão expostos e apresentar alternativas para mitigação dos riscos encontrados, caso seja verificada a exposição ao calor acima do nível de ação estabelecido.

1.2 JUSTIFICATIVA

Devido a constatação das altas temperaturas em alguns setores produtivos de indústrias metalúrgicas e o conhecimento dos efeitos à saúde ao colaborador quando expostos (sudorese, febre, câibras) indicam a necessidade de avaliar a exposição dos colaboradores ao calor.

A adequação de um ambiente térmico quente possibilita integridade à saúde e bem-estar assim como a otimização dos índices de produtividade e qualidade.

Este estudo de caso contemplará como tema exposição ao calor avaliando o período mais crítico do ano (verão) uma vez que constatado pela autora que em períodos mais quentes do ano essa exposição se intensifica causando maiores desconfortos e reações do organismo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 HIGIENE OCUPACIONAL

Define se como a ciência que aplica se aos estudos dos ambientes de trabalho e à prevenção de doenças causadoras por estes ambientes de trabalho (BRASIL, 2004).

O termo Higiene Ocupacional foi definido após a Conferência Internacional de Luxemburgo ocorrida em 16 a 21 de junho de 1986 pela Comunidade Econômica Européia (CEC), Organização Mundial da Saúde (OMS), Comissão Internacional de Saúde Ocupacional (ICOH) e da *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) (BRASIL, 2004).

A Higiene Ocupacional baseia se em fatos comprováveis, empíricos e estudos científicos através da Física, Química, Bioquímica, Toxicologia, Medicina, Engenharia e Saúde Pública, porém ressalta se que além destes aspectos deve ser considerado a individualidade de cada ser humano, especificações de cada atividade e ambiente de trabalho (BRASIL, 2004).

A finalidade desta ciência se apresenta unicamente na prevenção, atuando especificamente na prevenção da exposição ao logo do tempo para que se conheça alguma relação entre a exposição ocupacional e o efeito saúde (BRASIL, 2004).

2.2 RISCOS OCUPACIONAIS

Risco é definido como a combinação da probabilidade de ocorrência e a magnitude de um evento não desejado:

$$\text{Risco} = \text{Probabilidade de Ocorrência de Dano} \times \text{Gravidade do Dano}$$

Independente da gravidade de um dano, este sempre irá agir sobre um ser vivo (humano, animal, vegetal) ou sobre um material inanimado (construções,

equipamentos e automóveis), os efeitos podem ser mensuráveis (danificação de um equipamento) ou não mensuráveis (ofensa moral). As causas são os eventos ocorridos anteriormente ao dano.

A Higiene Ocupacional utiliza-se da seguinte expressão:

$$\text{Risco Ocupacional} = \text{Exposição} \times \text{Gravidade dos Efeitos à Saúde}$$

A exposição depende da intensidade/concentração do agente no ambiente, a frequência e o tempo que o colaborador está exposto. A gravidade considera os efeitos à saúde (doença, incapacidade, morte).

Os riscos na área da segurança do trabalho são classificados como: agentes químicos, físicos ou biológicos.

Entretanto, o cálculo de ocorrência de danos ou risco são complexos sendo que em algumas situações seja impossível sua quantificação. Dessa forma, é necessário utilizar em categorias semi quantitativas (risco alto, médio, baixo) que são utilizados para insalubridade. (BRASIL, 2004).

2.3 AGENTES FÍSICOS

A NR-09 (BRASIL, 2014), subitem 9.1.5.1. considera agentes físicos como as formas de energia possam interagir com ambiente alterando as características físicas do meio ambiente e expor os colaboradores como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes e etc.

Os elementos presentes entre os agentes físicos necessitam de um meio de transmissão para propagar sua nocividade como o ar, exercem sua influência em seres expostos diretamente na fonte ocorrendo lesões crônicas e mediatas.

2.4 CALOR

Verifica se que a temperatura e umidade ambiental exercem influência no desempenho do trabalho dos seres humanos afetando a produtividade e também no índice de acidentes (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Um colaborador exposto em altas temperaturas apresenta redução de produtividade (redução de velocidade de produção, maiores paradas) e aumenta a probabilidade de erros e acidentes (principalmente em temperaturas acima de 30º) (FROTA; SCHIFFER, 2001).

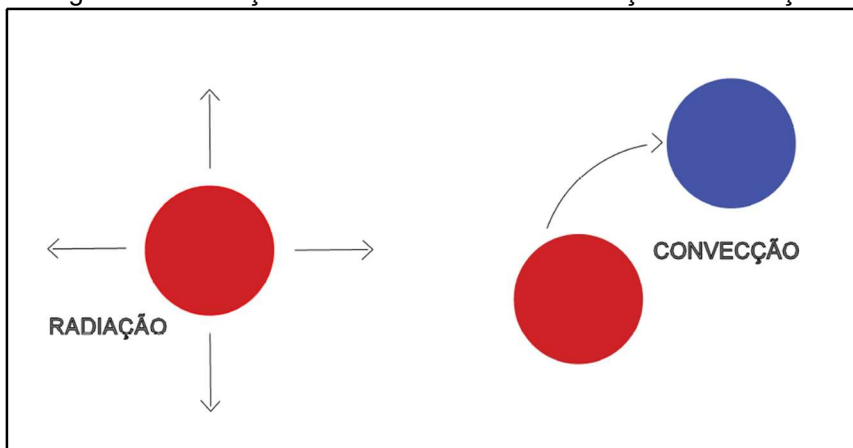
Os organismos dos seres humanos são homeotérmicos no qual apresenta temperatura interna constante. O calor que o organismo necessita dissipar para manter o equilíbrio homeotérmico ocorre de duas fontes: (FROTA; SCHIFFER, 2001).

- Fonte Interna: calor resultante de processos intracelulares, metabolismo.
- Fonte externa: fenômenos físicos de condução transmissão de calor através de contato direto, convecção e radiação.

A convecção é a remoção de calor que ocorre em condições que a temperatura do ar é inferior a temperatura do corpo e este transfere calor pelo contato com o ar frio circundante. Quando o ar é aquecido seu movimento apresenta-se ascensional e uma nova massa de ar frio entra em contato com o corpo. Em temperaturas equivalentes não troca de calor, porém em condições que a temperatura do ar apresente-se maior que a do corpo o ar fornecerá calor para o corpo (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Radiação: a transmissão de calor ocorre por meio de ondas eletromagnéticas entre uma superfície quente e fria. Este processo não depende do ar ou outros meios para transmissão de calor (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Figura 1 - Ilustração de Trocar térmicas de radiação e convecção



Fonte: Adaptado de SPILLERE; FURTADO, 2007,

Em condições no qual o corpo humano não consiga liberar calor suficiente devidas as condições ambientais as glândulas sudoríparas aumentam suas atividades e a perda de calor é realizada pela evaporação da umidade.

A relação de troca de calor com o ambiente e o corpo humano propiciam um estado de equilíbrio térmico e depende do comportamento do organismo em face das condições existentes.

Os fatores ambientais que influenciam na sensação térmica são: temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do ar, calor radiante e o tipo de atividade exercida pelo trabalhador.

De acordo de como esses fatores se relacionam o organismo pode sofrer alterações severas alterando sua saúde, segurança e bem-estar e consequentemente a produtividade.

Considerando o ser humano como fonte de calor e que o seu organismo emite para o ambiente que está inserido concentrações de calor variável a fim de manter o equilíbrio homeotérmico, é apresentado a seguir a relação de temperatura da superfície do corpo (t_{sc}) e temperatura do meio ambiente (t_a): (VIEIRA, 2005)

- $t_{sc} > t_a$: o organismo cederá calor às moléculas de ar através da condução-convecção. O ar irá se aquecer em contato com a pele tornando se menos denso e irá se deslocar em direção ascendente, ocasionando a movimentação e renovação de ar frio em contato com a pele (VIEIRA, 2005).

- $t_{sc} = t_a$: não haverá troca de calor entre as superfícies da pele e do meio ambiente (VIEIRA, 2005).
- $t_{sc} < t_a$: o corpo humano estará recebendo calor do meio ambiente, sofrendo então uma sobrecarga térmica. Sendo por contato com outro corpo mais quente (condução-convecção), ou seja, por fontes radiantes que irão transmitir mesmo a distância energias por meio de ondas eletromagnéticas (ondas infravermelhas do espectro luminoso) (VIEIRA, 2005).

Nesta última situação o organismo como mecanismo para dissipar o excesso de calor e manter o equilíbrio térmico o organismo age através da transpiração (a evaporação irá resfriar a superfície do corpo, ação endotérmica), porém quando o calor externo é muito intenso a sobrecarga térmica produz sérios danos à saúde (VIEIRA, 2005).

2.5 EQUILÍBRIO TÉRMICO

Os organismos apresentam uma relação de ganho e perda de calor para o meio ambiente segunda a equação do equilíbrio térmico de acordo com a Equação (1): (SESI, 2007)

$$M \pm C \pm R - E = Q \quad (1)$$

Sendo,

M: Calor produzido pelo metabolismo.

C: Calor ganho ou perdido por condução-convecção.

R: Calor ganho ou perdido por radiação.

E: Calor perdido por evaporação.

Q: Calor acumulado no organismo (sobrecarga térmica).

Se,

$Q > 0$, o organismo está em sobrecarga térmica;

$Q < 0$, o organismo está em hipotermia

$Q=0$, equilíbrio térmico

Cada ser humano possui limitações fisiológicas devida a restrição da capacidade de funcionamento das glândulas sudoríparas. Para colaboradores que exercem atividades com condições ideais de saúde são capazes de produzir 1 L/h de suor que irá evaporar e corresponde a uma perda de 615 Kcal/h (VIEIRA, 2005).

Deve se ressaltar que a produção de suor com evaporação e a perda de calor do corpo está associada com as condições do meio em que o colaborador está inserido. As trocas de calor entre o corpo e o ambiente variam de acordo com fatores físicos, individuais e fisiológicos(VIEIRA, 2005).

Dentre os fatores físicos estão relacionados: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar, temperatura média de radiação.

Os fatores individuais incluem: sexo, raça, peso, idade, altura e habitat.

Estão entre os fatores fisiológicos: capacidade de aclimação, estado de repouso ou de ação, estado de saúde, estação de nutrição e atividade física.

Quando exposto em situações, no qual o organismo humano não é capaz de liberar o excesso de temperatura interna há probabilidade deste organismo entrar em desequilíbrio térmico desencadeando uma fadiga fisiológica (VIEIRA, 2005).

2.6 REAÇÕES DO ORGANISMO AO CALOR

Situações em ambientes de trabalho que ocasionam o desequilíbrio e podem gerar: (SESI, 2007)

- Vasodilatação Periférica: aumento da circulação de sangue na superfície do corpo, podendo ocorrer a queda de pressão;
- Sudorese: perda de calor através da evaporação do suor;
- Exaustão pelo calor: tensão do sistema circulatório;
- Prostração Térmica por Desidratação;
- Prostração Térmica pelo Decréscimo do Teor Salino;
- Câibras de Calor;

- Desidratação;
- Dor de cabeça;
- Fadigas e vômito;

2.7 AVALIAÇÃO DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR

A legislação brasileira, através da Portaria 3214/78 – NR15 (BRASIL, 2014) estabelece critérios técnicos para prevenção dos riscos causados pela exposição ao calor. Será apresentado a seguir as referências bibliográficas da NR-15 (BRASIL, 2014) apenas as equações e informações que serão utilizadas neste estudo de caso.

O anexo 3 da NR-15 (BRASIL, 2014) apresenta os limites de tolerância para exposição ao calor. Este anexo define a metodologia de avaliação da exposição através do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG).

O IBUTG é definido através de uma equação matemática no qual correlaciona todos os parâmetros ambientais (temperatura, humidade do ar, velocidade do ar, calor radiante, tipo de atividade desenvolvida).

A equação de IBUTG para ambientes internos ou externos sem carga solar direta (que será utilizada neste estudo) segue na Equação (2):

$$IBUTG = 0,7 * tbn + 0,3 * tg \quad (2)$$

Sendo,

tbn = temperatura de bulbo úmido natural em °C;

tg = temperatura de globo em °C;

As medições devem ser realizadas nos locais onde os colaboradores realizam suas atividades na altura da região do corpo mais atingida.

A tabela de classificação do tipo de atividade em regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local ou trabalho contínuo pode ser visualizada no Quadro 1.

Figura 2 - Quadro 1: Regime de trabalho intermitente com descanso.

| REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por hora) | TIPO DE ATIVIDADE | | |
|---|-------------------|---------------|---------------|
| | LEVE | MODERADA | PESADA |
| Trabalho contínuo | até 30,0 | até 26,7 | até 25,0 |
| 45 minutos trabalho 15 minutos descanso | 30,1 a 30,5 | 26,8 a 28,0 | 25,1 a 25,9 |
| 30 minutos trabalho 30 minutos descanso | 30,7 a 31,4 | 28,1 a 29,4 | 26,0 a 27,9 |
| 15 minutos trabalho 45 minutos descanso | 31,5 a 32,2 | 29,5 a 31,1 | 28,0 a 30,0 |
| Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle | acima de 32,2 | acima de 31,1 | acima de 30,0 |

Fonte: NR-15 (BRASIL, 2014)

A determinação do tipo de atividade (leve, moderada ou pesada) pode ser determinada a partir do Quadro 3.

Figura 3 - Quadro 3: Classificação de tipo de atividade.

| TIPO DE ATIVIDADE | KCal/h |
|--|--------|
| SENTADO EM REPOUSO | 100 |
| TRABALHO LEVE | |
| Sentado, movimentos moderados com braços e tronco exemplo: datilografia. | 125 |
| Sentado, movimentos moderados com braços e pernas exemplo: 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 peso (ex.: remoção com pá). | 440 |
| Trabalho fatigante. | 550 |

Fonte: NR-15 (BRASIL, 2014)

Em situações onde o colaborador exerce regime de trabalho intermitente com descanso em outro local deve-se calcular IBUTG do ambiente do trabalho e descanso para obter o IBUTG médio assim como o metabolismo médio.

A NR-15 (BRASIL, 2014) considera como local de descanso ambiente termicamente mais ameno, com o colaborador em repouso ou exercendo atividade leve, onde os limites de tolerância são dados pelo Quadro 2

Figura 4 - Quadro 2: IBUTG para metabolismo médio ponderado.

| 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 |

Fonte: NR-15 (BRASIL, 2014)

Onde M é a taxa de metabolismo média ponderada para uma hora, determinada pela seguinte Equação (3):

$$M = \frac{M_t \times T_t + M_d \times T_d}{60} \quad (3)$$

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;

Deverá ser calculado o IBUTG médio ponderado, conforme a Equação (4):

$$\text{IBUTG } m = \frac{\text{IBUTG}_t \times T_t + \text{IBUTG}_d \times T_d}{60} \quad (4)$$

Sendo,

IBUTG m = IBUTG médio ponderado no tempo em Celsius;

IBUTG t = IBUTG no local de trabalho;

IBUTG d = IBUTG no local de descanso;

T_d: soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de descanso;

Tt: soma dos tempos, em minutos em que se permanece no local de trabalho;

Os tempos Tt e Td são relacionados com 60 minutos corridos

As taxas de metabolismo Mt e Md serão obtidas consultando o Quadro 2

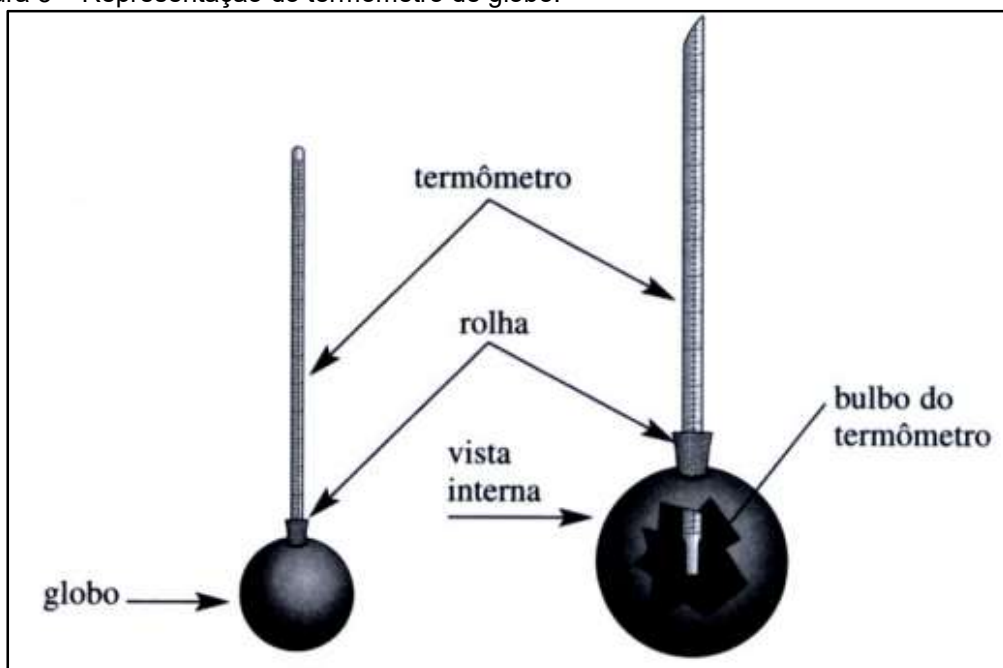
2.8 TERMÔMETRO DE GLOBO (ÍNDICE DE IBUTG)

Este equipamento é utilizado para medir o calor radiante existente no ambiente do trabalho, sua estrutura divide-se da seguinte forma: (SESI, 2007)

- Termômetro de Bulbo Seco: este é um termômetro comum, no qual o bulbo encontra-se em contato com o ar. Deste termômetro obtêm-se a temperatura do ar;
- Termômetro de Bulbo Úmido Natural: este termômetro apresenta o bulbo recoberto por um pavio hidrófilo imerso em água destilada;
- Termômetro de Globo: este termômetro posiciona-se no centro de uma esfera oca de cobre com diâmetro de 6 polegadas. Esta esfera é preenchida naturalmente com ar e a abertura é fechada pela rolha do termômetro e é de coloração preto fosco na superfície externa com a finalidade de absorver a radiação infravermelha de forma eficiente, e;
- Equipamentos e acessórios complementares: tripé (destinado à montagem e posicionamento do equipamento de medição), conjunto de garras e mufas (destinados à fixação do sistema de medição) e cronômetro (determinação dos tempos de permanência),

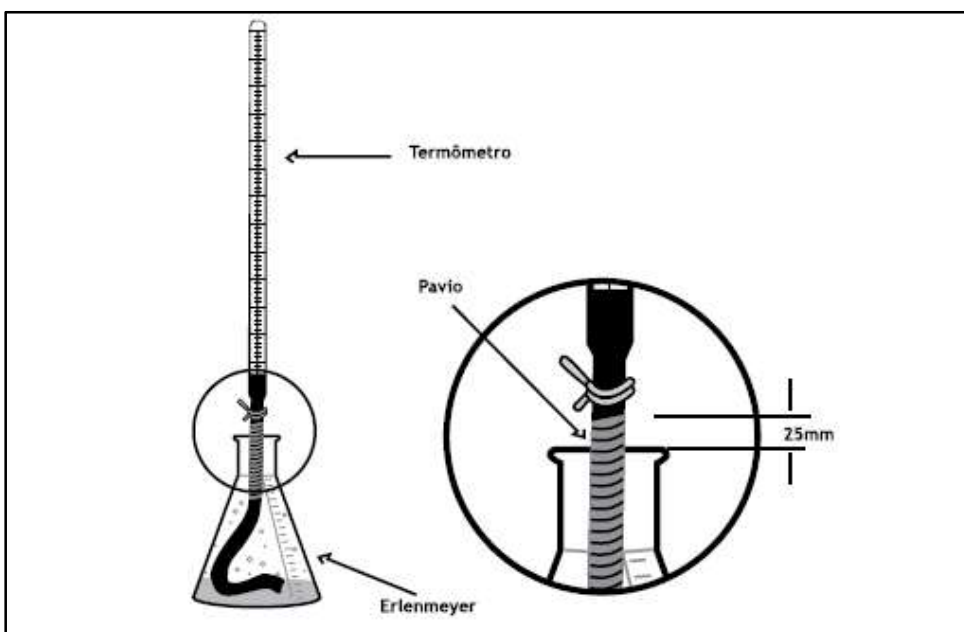
As figuras de 2 até 5 apresentam os dispositivos e o conjunto do termômetro de globo e suas variações.

Figura 5 – Representação do termômetro de globo.



Fonte: SESI, 2007

Figura 6 – Representação do termômetro de bulbo úmido



Fonte: SESI, 2007

Figura 7 – Representação do conjunto de avaliação de IBUTG.



Fonte: SESI, 2007

Entretanto o aparelho poderá ser digital, no qual apresenta a mesma estrutura de termômetros.

Figura 8 – Representação do IBUTG digital



Fonte: SESI, 2007

2.9 CONFORTO TÉRMICO

Conforto térmico define-se como sensação de bem-estar como resultado da combinação satisfatória em um ambiente da temperatura radiante, umidade relativa, temperatura ambiente e velocidade relativa do ar com a atividade exercida com as vestimentas utilizadas.

Sensações de conforto são subjetivas, ou seja, dependem de cada indivíduo. Dessa forma, condições ambientais de conforto propiciam bem-estar ao maior número possível de pessoas (FROTA; SCHIFFER, 2001).

2.10 INDÚSTRIA METALÚRGICA

A metalurgia designa um conjunto de procedimentos e técnicas para extração, fabricação, fundição, fundição e tratamento dos metais e suas ligas (VALLE, 2010).

O setor metalúrgico é de grande importância ao cenário econômico brasileiro com participação expressiva e há vasta cadeia produtiva fornecendo base para

outras atividades relevantes ao Brasil como automobilística, construção civil e entre outros.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Como metodologia para realizar este estudo de caso utilizou se de entrevista com funcionários, verificação de PPRA, vistoria na área de interesse, coleta de informações e amostragem de temperatura durante o período crítico (verão).

Destaca se que o período de realização do PPRA é realizado em períodos de temperaturas amenas devida as condições climáticas da época, o objetivo deste trabalho é avaliar a exposição de trabalhadores dos setores tratamento à vapor e têmpera no período do ano maior influência da temperatura devido ao aumento de incidência do Sol. Da mesma forma salienta se que embora a metalúrgica apresenta riscos de vários aspectos o enfoque deste estudo relaciona se apenas da exposição ao calor.

Neste estudo não serão apresentadas informações que possam identificar a metalúrgica, objeto de estudo, para preservar a identidade da empresa, no entanto dados como a caracterização da empresa, localização regional, estrutura e processo produtivo dos setores de interesse serão apresentados e explanados.

3.1 VISTORIA NA ÁREA – SETOR TRATAMENTO À VAPOR E TÊMPERA

A vistoria na área foi realizada afim de reconhecer os setores, as atividades realizadas como processo produtivo, reconhecimentos dos impactos negativos que decorrem nestes setores.

3.2 ENTREVISTA COM COLABORADOR

Foi elaborado um questionário para a realização de entrevistas com os colaboradores nos setores de interesse, locais fonte de exposição de calor, com a finalidade de identificar características e tendências que demonstrem os impactos decorrentes da exposição ao calor excessivo. Durante a realização foram retirados registro fotográficos.

3.3 PPRA

O PPRA foi disponibilizado pela metalúrgica para verificação de dados de temperatura nos setores focos deste estudo. Destaca se novamente que o período de realização ocorre em períodos onde não há intensa incidência de raios solares.

3.4 AMOSTRAGEM DE TEMPERATURA

O processo de amostragem de temperatura foi realizado através da utilização de termômetro de globo, no qual é utilizado da mesma forma para a realização do PPRA na área.

Para a avaliação de exposição ao calor foi utilizado a NR-15 e a NHO-06.

A metodologia utilizada estabeleceu como pontos de análises os setores de tratamento à vapor e têmpera com medições realizadas durante o período do ano com temperaturas mais quente para posteriormente comparar com os dados fornecidos que foram realizados em período mais ameno.

Os setores de tratamento a vapor e o setor têmpera foram selecionados como áreas de interesse durante a visita técnica, após verificar os resultados obtidos no PPRA referente ao 2014/2015 e após informações obtidas com o SESMT sobre os setores que causam maiores desconforto devido ao excesso de calor.

Foram realizadas medições nos meses de fevereiro e dezembro de 2015 nos dois setores de interesse. Os meses foram escolhidos de acordo com disponibilidade da indústria assim como o horário das medições.

A avaliação de calor considerou as condições reais de exposição ocupacional do grupo e colaboradores considerados neste estudo. Para que as medições sejam representativas o período de amostragem foi de 60 minutos corridos de exposição que correspondam à condição de sobrecarga térmica do ambiente e as atividades físicas desenvolvidas pelo trabalhador (SESI, 2007).

3.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos na amostragem de temperaturas foram tratados e compilados para se obter o IBUTG e posterior serem comparados com a NR-15. Não foi utilizado neste estudo o Diagramas de Conforto Térmico de Fanger uma vez que de forma prioritária deve atender primeiramente as Normas Regulamentadores.

Foram apresentados anteriormente as equações e tabelas necessárias para o desenvolvimento deste estudo.

Após a apresentação dos resultados obtidos serão apresentados recomendações que poderão ser adotadas pela metalúrgica.

3.6 CARACTERIZAÇÃO DA METALÚRGICA

A metalúrgica está localizada no município de São Paulo na zona sul da região. Atua no setor de fabricação de ferramentas, com o CNAE 25.43-8-00, é qualificada como grau 3.

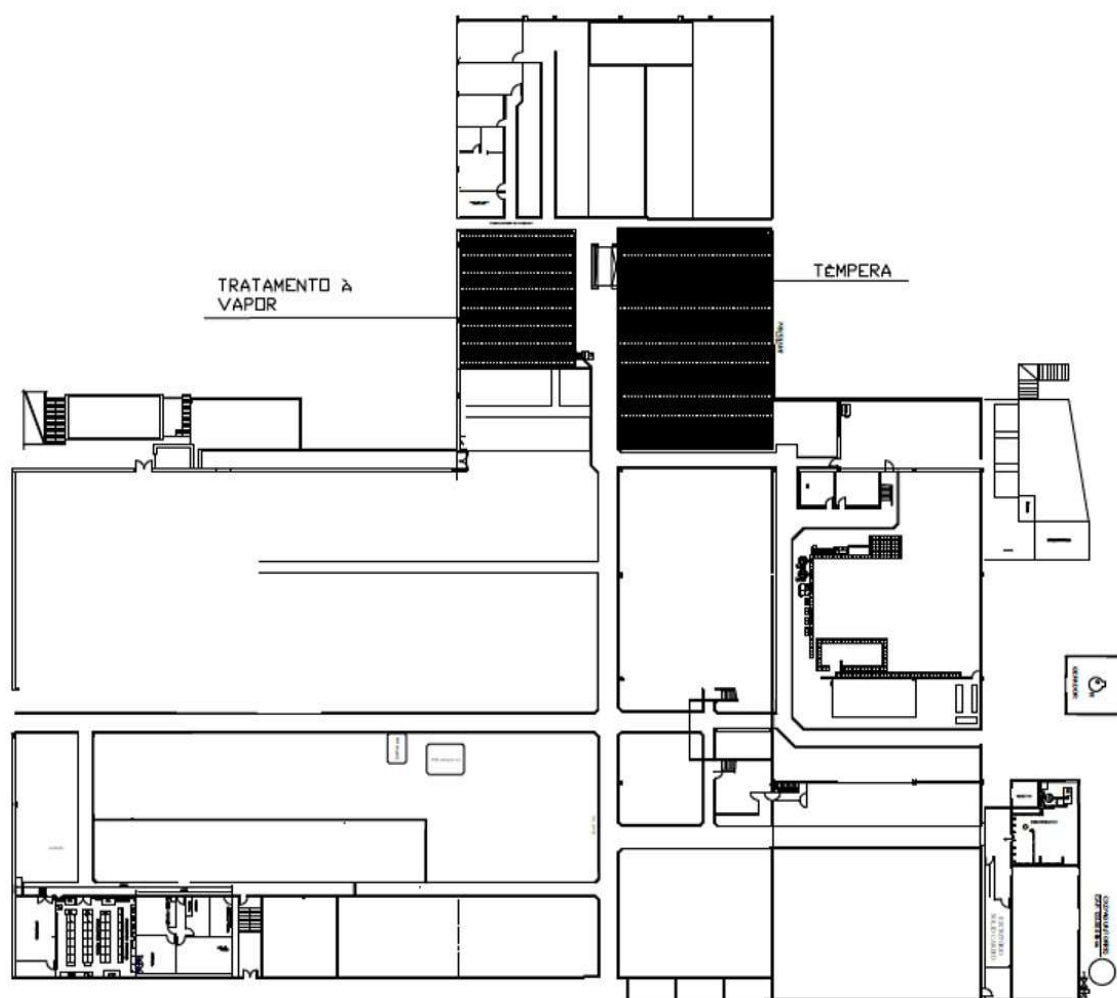
A metalúrgica apresenta área total de 22 mil m², porém a área de produção apresenta 6000 m². A área do entorno apresenta predomínio de residências em um raio de 300 metros.

O processo da produção destina se na fabricação de brocas para variadas finalidades, no qual a matéria-prima são materiais metálicos que serão tratados para que tenham formato de pinos e após o processo produzir as brocas.

A ventilação natural promovida pelas características da edificação e das correntes de ar são insuficientes para promover uma ventilação adequada a área. Em 2012 foi implantado pela empresa um sistema de ventilação para captação de névoas localizado em todos setores da área de produção, inclusive na área foco deste estudo.

As características próprias do layout e da estrutura da edificação não favorece para a dissipação das altas temperaturas geradas pelos setores focos durante a época do ano de temperaturas mais elevadas o qual favorece para condições não adequadas para o trabalho.

Figura 9 – Layout da Área de Produção



Fonte: Dados fornecidos pela indústria, 2015.

3.7 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR DE TRATAMENTO À VAPOR

O setor apresenta uma área de 233 m² e um pé direito com 6 metros de altura. A característica do solo é de cimento liso pintado com epóxi e a cobertura de telha de fibrocimento e telhas translúcidas. A iluminação provem de iluminação natural e artificial de lâmpadas fluorescentes e a ventilação é realizada pelas condições naturais e por insuflador de ar e ventiladores.

No setor ocorre o revenimento de peças à vapor:

1. O forneiro monta a carga de peças em um carrinho de transporte para a lavagem em máquinas Mafac;

Figura 10 - Montagem da carga. São Paulo, 2015.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015

Figura 11 - Carga transportada pelo carrinho. São Paulo, 2015.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

2. O processo ocorre com o levantamento da carga com uma talha e a carga é encaminhada para a máquina Mafac;

Figura 12 – Cargas encaminhadas para a Mafac. São Paulo, 2015



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

Figura 13 – Peças na Mafac. São Paulo, 2015.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

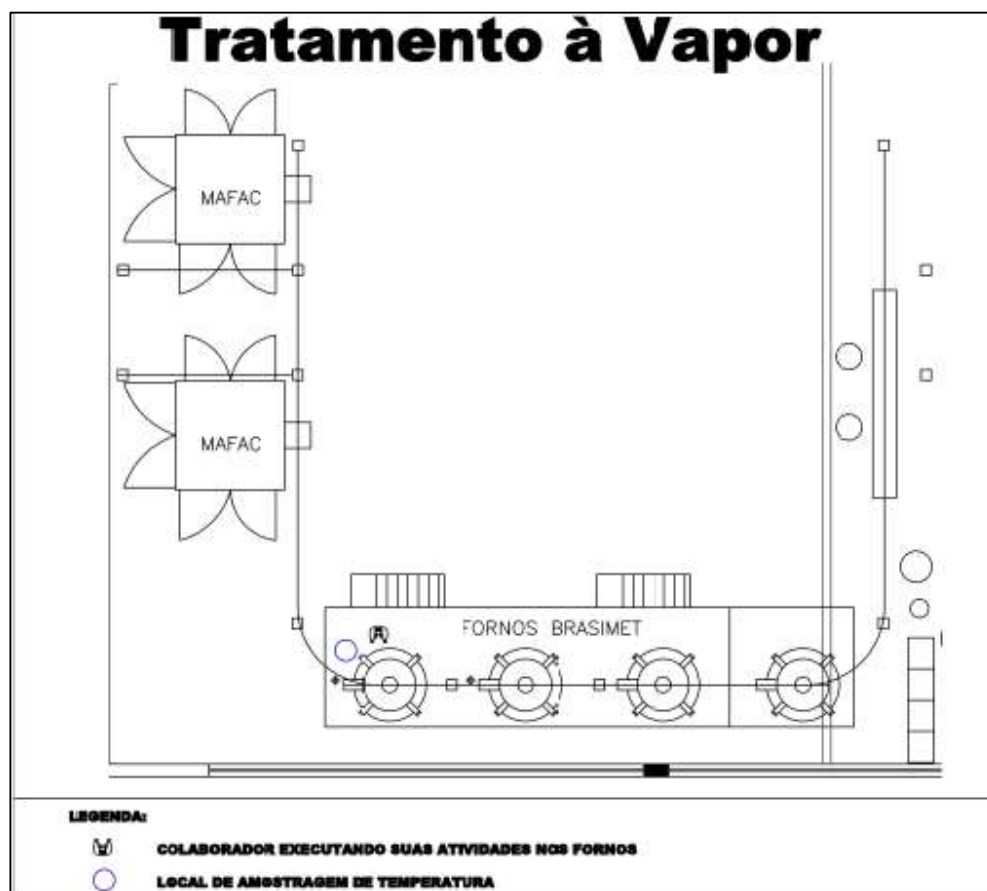
3. Depois da lavagem as peças são encaminhadas para os fornos Brasimet para que tenham o revenimento necessário;

Figura 14 – Fornos Brasimet. São Paulo, 2015.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

4. O forneiro realiza o levantamento da carga com o auxílio da talha e encaminhando para o forno, o processo de revenimento inicia com 535°C e no final a temperatura é de 435°C e o processo de dourar inicia com 235°C e finaliza com 200°C.
5. Após o processo no forno as peças são retiradas e postas em local apropriado para resfriamento.

Figura 15 – *Layout* do Tratamento a Vapor

Fonte: Dados fornecidos pela indústria, 2015.

3.8 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR DE TÊMPERA

O setor apresenta uma área de 460 m² e um pé direito com 6 metros de altura. A característica do solo é de cimento liso pintado com epóxi e a cobertura de telha de fibrocimento e telhas translúcidas. A iluminação provém de iluminação natural e artificial de lâmpadas fluorescentes e a ventilação é realizada pelas condições naturais e ventiladores.

No setor ocorrem dois tipos de processos independentes:

O primeiro ocorre com um forno de Carbolite (com funcionamento do sistema carrossel) e um forno *in-line*:

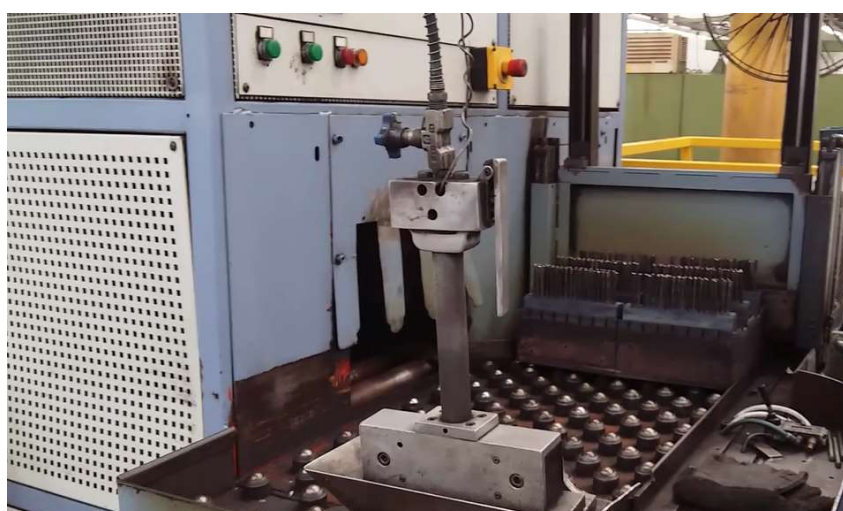
1. O processo se inicia com o recebimento de lotes de peças de pinos após a realização da avaliação dimensional por amostragem para verificação de diâmetro e comprimento;
2. O colaborador irá realizar o abastecimento da máquina montadora com dispositivos de pinos para que o forneiro monte as cargas com 10 dispositivos sendo que cada dispositivo contenha 20 pinos;

Figura 16 - Dispositivos carregados de pinos e forneiro. São Paulo, 2015



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

Figura 17 - a carga encaminhada para a abertura do forno



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

3. A alimentação do forno com as cargas é realizada pelo forneiro sucessivamente até que se complete o ciclo do sistema carrossel e automaticamente após permanecer o tempo necessário as cargas se encaminham para a saída do forno que opera a 1200°C em tempo integral este processo é realizado para que os pinos obtenham a dureza necessária;
4. Após a passagem dos dispositivos e sua respectiva saída o forneiro retira as cargas e desmonta os dispositivos em carrinhos de transporte para que seja encaminhado para o forno *in-line*;

Figura 18 - Desmonte da carga. São Paulo, 2015.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

5. O forneiro responsável pelo forno *in-line* recebe os dispositivos e encaminha as peças para a entrada do forno que opera durante 600°C durante tempo integral até a saída.

Neste processo o colaborador encontra se exposto ao calor de forma intensa ocorre apenas na atividade do forneiro do forno Carbolite no qual recebe o calor da entrada e retirada das cargas das peças e até mesmo a irradiação das peças retiradas. O forno *in-line* não apresenta irradiação de calor durante seu processo.

O segundo processo ocorre com dois fornos à vácuo destinado a pinos de 5 mm com material de liga de cobalto:

6. O processo ocorre com a alimentação do forno após a realização da avaliação amostral das peças.

Figura 19 - Avaliação de peças e montagem do dispositivo. São Paulo, 2015.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

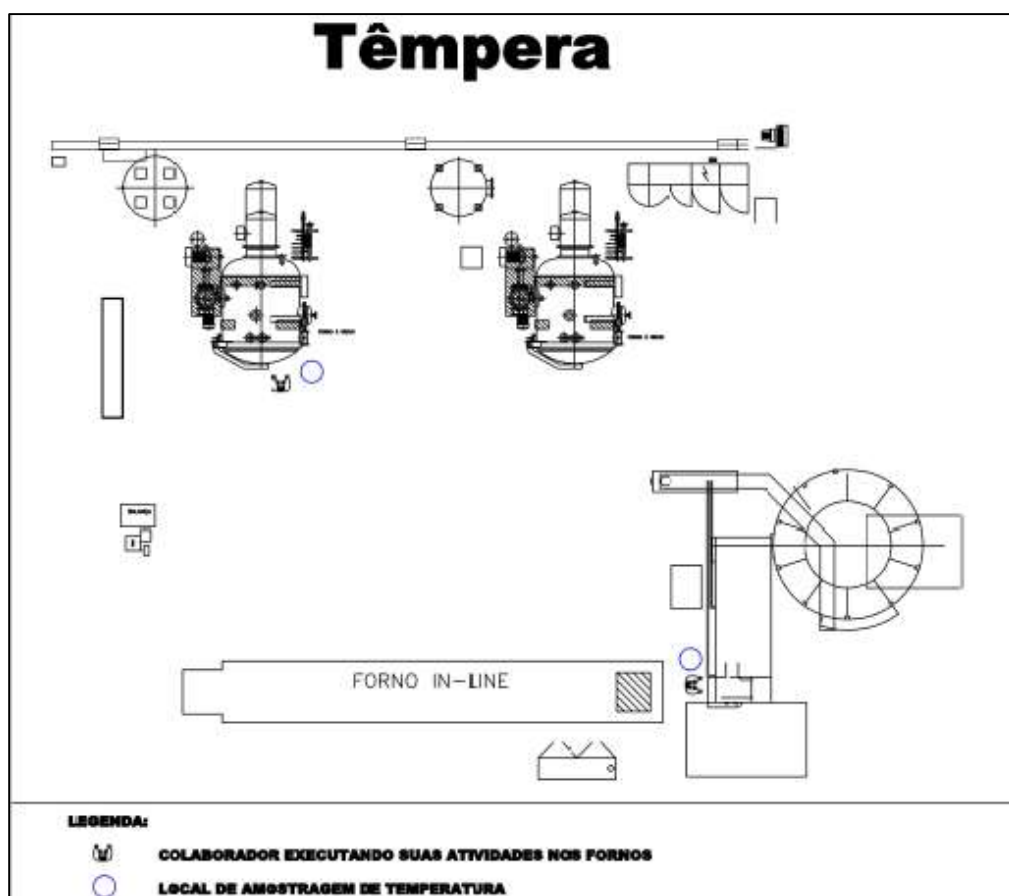
Este processo simples não apresenta grande exposição do colaborador ao calor sendo essa exposição esporádicas na abertura do forno.

Figura 20 - Forno à vácuo. São Paulo, 2015.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

Figura 21 – *Layout da Têmpera*



Fonte: Dados fornecidos pela indústria, 2015.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 VISTORIA TÉCNICA

Durante a vistoria foi verificada a estrutura dos setores produtivos da metalúrgica, o detalhamento dos processos produtivos dos setores de Tratamento à vapor e Têmpera. Durante este detalhamento foram realizados também registros fotográficos.

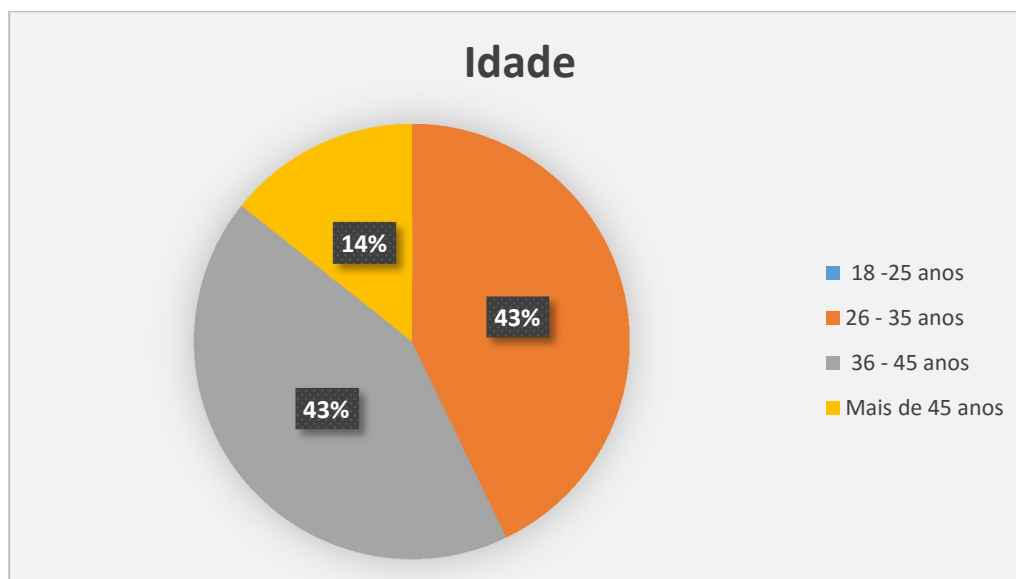
4.2 RESULTADOS DAS ENTREVISTAS: PERFIL DOS COLABORADORES

Durante a visita técnica foi realizada entrevistas com os colaboradores dos setores que estão sendo estudados neste trabalho com a finalidade de obter um perfil.

Foram entrevistados 7 colaboradores que trabalham nos setores de tratamento à vapor e têmpera. Sendo que dentre esses, 5 pertencem ao setor de Têmpera e 2 colaboradores no setor de tratamento a vácuo.

O perfil dos colaboradores demonstra que todos são do sexo masculino com a função de forneiro e trabalham em escalas rotativas que mudam em tempos periódicos, as idades variam entre 26 a acima de 45 anos.

Figura 22 - Gráfico 1: Idade dos Colaboradores. São Paulo, 2015



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

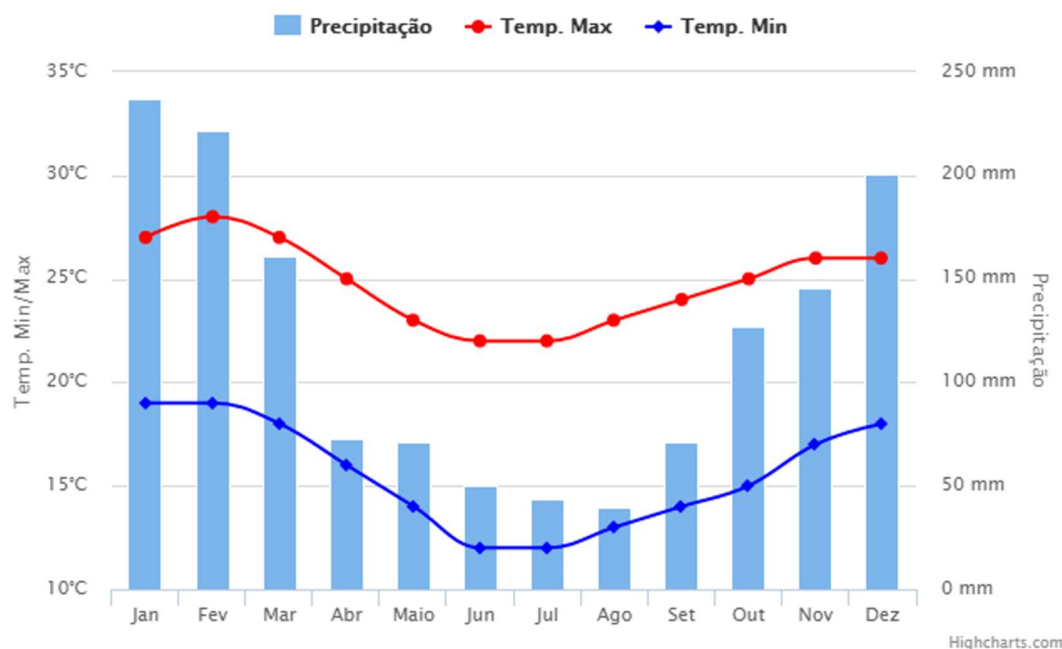
Conforme apresentado no gráfico 43% dos colaboradores apresentam idades entre 26 a 35 anos, 43% dos colaboradores apresentam idades entre 36 a 45 anos e apenas 14% apresenta mais de 45 anos.

Todos os colaboradores utilizam os equipamentos de proteção individual (EPI) fornecidos pela empresa, estes são: avental, uniforme, protetor auricular, luva de grafatex, óculos de proteção e calçado de segurança.

Segundo relatos e conforme constatado nos questionários todos os colaboradores indicaram que durante os meses de dezembro até fevereiro sentem calor excessivo durante a jornada de trabalho.

O gráfico retirado do Climatempo apresenta que os meses mais quentes foram janeiro (27°C), fevereiro (28°C), março (27°C), setembro (24°C), outubro (25°C), novembro (26°C) e dezembro (26°C).

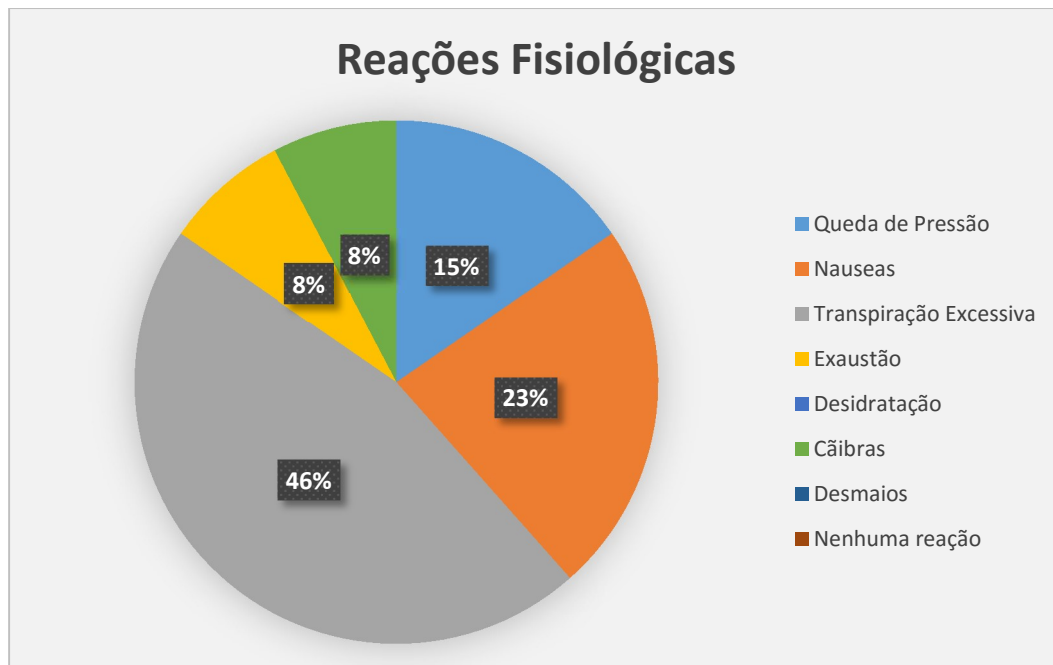
Figura 23 - Gráfico 2: Dados Climatológicos. São Paulo, 2015.



A jornada de trabalho é de 8 horas/dia e não há descanso durante a jornada do trabalho, com exceção do horário de almoço.

Diante das informações fornecidas pelos trabalhadores de excesso de calor associadas a exposição de fornos com as temperaturas devidas as condições climáticas e as condições estruturais da edificação que não favorecem a ventilação natural foi verificado que os colaboradores apresentam reações fisiológicas negativas quando expostos nestas condições.

Figura 24 - Gráfico 3: Reações Fisiológica. São Paulo, 2015.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

O gráfico apresenta que 46% dos colaboradores apresentaram transpiração excessiva, 23% apresentam náuseas durante a jornada de trabalho, 15% queda de pressão, 8% cãibras e 8% exaustão.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PPRA

O PPRA da indústria foi realizado durante o mês de abril de 2015 conforme já apresentado anteriormente no gráfico de climatologia este mês apresentou temperaturas entre 16°C a 25°C.

De acordo com o PPRA realizado em abril de 2015 o setor Têmpora apresentou concentração de 24,8°C sendo que limite de tolerância de 26,7°C. O setor de Tratamento à Vapor apresentou concentração de 25,1°C sendo o limite de tolerância 26,7°C.

Ambos setores são classificados como atividade do tipo moderada e o regime trabalho foi considerado como trabalho contínuo.

4.4 RESULTADOS DA AMOSTRAGEM DE TERMÔMETRO DE GLOBO NO SETOR DE TRATAMENTO À VAPOR

O setor de tratamento a vapor apresenta um processo produtivo no qual o colaborador não exerce um trabalho contínuo de exposição ao forno durante sua jornada diária. Suas atividades variam entre a montagem de cargas de peças, encaminhamento de peças para a lavagem e posteriormente disposição das mesmas junto ao forno apresenta temperaturas entre 200°C à 535°C.

Dessa forma, foi considerado que o colaborador exerce regime de trabalho moderado com descanso no próprio local sendo que para 45 minutos de trabalho exposto ao forno há 15 minutos de descanso.

O setor apresenta o limite de tolerância de 26,8 a 28,0, este valor é considerado de acordo com o estabelecido pela norma regulamentadora NR-15 no Anexo-3 no qual de acordo com o Quadro 1 e 3 o regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local.

O setor utiliza fornos Brasimet e as medições ocorreram no período das 14 horas e durante 1 hora, sendo obtido os seguintes resultados expressados na Tabela 1.

Figura 25 - Tabela 1: Resultados Tratamento à Vapor.

| Mês | Tbn | Tg | IBUTG | LT | LT considerado no PPRA |
|----------------|----------|----------|-------|-------------|------------------------|
| Fevereiro/2015 | 25,70 °C | 32,00 °C | 27,60 | 26,8 a 28,0 | 26,70 |
| Dezembro/2015 | 25,20 °C | 30,90 °C | 26,90 | 26,8 a 28,0 | 26,70 |

Fonte: A autora, 2015.

Os resultados das amostragens realizadas apresentaram que o setor de tratamento à vapor encontra-se abaixo do limite de tolerância, portanto não há risco à saúde dos colaboradores que operam neste setor. Destaca-se que o resultado apresentado pelo PPRA realizado em abril de 2015 para o setor foi concentração de IBUTG = 25,10 e o limite de tolerância considerado foi 26,70.

4.5 RESULTADOS DA AMOSTRAGEM DE TERMÔMETRO DE GLOBO NO SETOR DE TÊMPERA

O setor de têmpera apresenta dois processos produtivos distintos que utilizam fornos de diferentes características (forno Carbolite e forno à vácuo).

O processo que utiliza o forno Carbolite o colaborador realiza suas atividades em tempo integral junto ao forno, realizando o abastecimento e montagem de dispositivos com pinos, alimentação e do forno e retirada dos dispositivos do forno. Sendo que a temperatura deste forno é de 1200°C durante todo o tempo de operação.

Dessa forma, foi considerado que o colaborador exerce regime de trabalho contínuo e moderado sem intervalos de descanso.

O setor apresenta o limite de tolerância de 26,7°C, este valor é considerado de acordo com o estabelecido pela norma regulamentadora NR-15 no Anexo-3 no qual de acordo com o Quadro 1 e 3 pode ser classificado como um trabalho moderado e contínuo.

As medições ocorreram no período das 13 horas e durante 1 hora, sendo obtido os resultados apontados na Tabela 2

Figura 26 - Tabela 2: Resultados Tempera I.

| Mês | Tbn | Tg | IBUTG | LT | LT considerado no PPRA |
|----------------|---------|----------|-------|-------|------------------------|
| Fevereiro/2015 | 28,40°C | 36,10 °C | 30,70 | 26,70 | 26,70 |
| Dezembro/2015 | 26,70°C | 34,90 °C | 29,20 | 26,70 | 26,70 |

Fonte: A autora, 2015.

Os resultados das amostragens realizadas apresentaram que o processo do forno Carbolite no setor de têmpera encontra-se acima do limite de tolerância,

portanto há risco a saúde dos colaboradores que operam neste processo. Destaca-se que o resultado apresentado pelo PPRA realizado em abril de 2015 para o setor foi concentração de IBUTG = 24,80.

O processo que utiliza o forno à vácuo o colaborador não exerce um trabalho contínuo de exposição ao forno durante sua jornada diária. Suas atividades variam entre a montagem de cargas de peças, encaminhamento de peças para o forno, no qual apresenta temperatura de 560°C.

Dessa forma, foi considerado que o colaborador exerce regime de trabalho moderado com intervalos de descanso fora do local de exposição

A concentração máxima de IBUTG deve ser obtida a partir da taxa de metabolismo média ponderada (equação apresentada no item 2.7.) e o Quadro 3 do Anexo 3 da NR-15:

$$M = \frac{300 \times 30 + 12 \times 30}{60} \quad (3)$$

Portanto $M = 212,5$, ou seja, a concentração máxima de IBUTG de acordo com o Quadro 2 do Anexo 3 da NR-15 é de 30.

As medições ocorreram no período das 12 horas e durante 1 hora, sendo obtido os seguintes resultados (Tabelas 3 e 4)

Figura 27 - Tabela 3: Resultados Tempera II – Local de descanso.

| Mês | Tbn | Tg | IBUTG | LT | LT considerado no PPRA |
|----------------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| Fevereiro/2015 | 25,00 | 31,00 | 26,80 | 30,00 | 26,70 |
| Dezembro/2015 | 22,70 | 34,40 | 26,20 | 30,00 | 26,70 |

Fonte: A autora, 2015.

Figura 28 - Tabela 4: Resultados Tempera II – Local de trabalho.

| Mês | Tbn | Tg | IBUTG | LT | LT considerado no PPRA |
|----------------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| Fevereiro/2015 | 25,00 | 35,00 | 28,00 | 30,00 | 26,70 |
| Dezembro/2015 | 24,70 | 34,90 | 27,80 | 30,00 | 26,70 |

Fonte: A autora, 2015.

O IBUTG médio ponderado de acordo com o item 2.7 obtido a partir dos dados apresentados de fevereiro é:

$$\text{IBUTG m} = \frac{28 \times 30 + 27,8 \times 30}{60} \quad (4)$$

O IBUTG médio ponderado para o mês de fevereiro é 27,40.

O IBUTG médio ponderado obtido a partir dos dados apresentados de dezembro é (item 2.7):

$$\text{IBUTG m} = \frac{27,80 \times 30 + 26,2 \times 30}{60} \quad (4)$$

O IBUTG médio ponderado para o mês de fevereiro é 27,00.

Os resultados das amostragens realizadas apresentaram que o processo do forno a vácuo no setor de têmpera encontra-se abaixo do limite de tolerância considerado neste estudo de caso, portanto não há risco à saúde para exposição ao calor para os colaboradores que operam neste processo. Entretanto o limite de tolerância utilizado no PPRA foi de 26,70. Destaca-se que o resultado apresentado pelo PPRA realizado em abril de 2015 para o setor foi concentração de IBUTG = 24,80.

4.6 DISCUSSÕES FINAIS

Os *layouts* dos setores de interesse apresentam-se ineficientes quanto à renovação de ar natural na área de acordo com a vistoria técnica e após analisar os questionários aplicados no fornecedor esse quadro apresenta maior desconto durante os meses mais quentes do ano, no qual os colaboradores apresentam desconforto e reações como transpiração excessiva, náuseas, exaustão e câibras.

Ressalta-se que os setores não apresentam janelas que possam auxiliar na renovação de ar, sendo utilizados pequenos vitrais dispostos nas áreas.

Embora tenha se constatado que há muitas reações adversas devida a exposição ao calor excessivo as medições realizadas nos setores de tratamento à vapor e têmpera apresentaram que apenas 1 forno encontrava-se acima dos limites de tolerância determinados pela NR-15 no setor de têmpera.

O forneiro que opera o forno Carbolite que opera por sistema carrossel apresentou concentração de IBUTG de 30,7°C e 29,20°C nos meses de fevereiro e dezembro, sendo que o limite de tolerância é de 26,7°C.

Destaca-se que embora o PPRA considerou todos os colaboradores expostos em trabalho moderado e contínuo foram apresentados neste estudo de caso diferentes exposições dos colaboradores (trabalho com descanso no local, trabalho com descanso em outro local e trabalho contínuo), dessa forma foram aplicadas os quadros do anexo 3 da NR-15 obtendo limites de tolerância de acordo com o cenário que o colaborador encontra-se exposto.

Embora tenha se verificado que apenas 1 processo dentre 3 esteja acima do limite de tolerância o levantamento do perfil dos colaboradores que operam os fornos apresentou que todos apresentam reações fisiológicas adversas.

5. CONCLUSÃO

Conclui se que neste estudo de caso todos os objetivos foram atingidos e realizados. Foi realizado a avaliação de calor nos setores de interesse durante o período mais quente do ano, no qual apresentou temperaturas superiores em comparação com as avaliações realizadas em períodos mais amenos. As medições realizadas e cálculos de IBUTG apresentaram que apenas um forno apresenta se acima do LT, dessa forma há risco a saúde do colaborador exposto ao calor. Ressalta se que os resultados da entrevista apresentaram os riscos e consequências sendo que todos os colaboradores apresentam reações do organismo ao calor.

6. RECOMENDAÇÕES

De acordo com a análise da visita técnica realiza, de acordo com os resultados dos questionários e pelo resultado analítico obtido durante as medições e aplicação da equação de IBUTG são apresentados a seguir recomendações que poderão ser aplicados nas áreas:

- Rotatividade do colaborador que opera o forno que apresentou concentrações acima da NR-15 com os outros colaboradores que operam os fornos, uma vez que a irradiação do calor não é tão intensa;
- Substituição dos vitrais por janelas que permitam a ventilação natural mais eficiente;
- Instalação de exaustores para fornecer ventilação forçada quando o calor se tornar excessivo;
- Adoção de pausas para descansos durante a jornada de trabalho do colaborador exposto no forno carbolite, e;
- Após a adoção de medidas mitigadoras para atenuar a concentração de calor deve realizar o monitoramento do IBUTG durante os meses mais quentes do ano, uma vez que a periodicidade do PPRA ocorre em abril ou seja durante o período de maior criticidade de calor não ocorre mais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. 2014. **NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Portaria MTE nº 1471**, p. 1-7, set. 2014.

_____. 2014. **NR 15 – Atividades e operações Insalubres. Portaria MTE nº 1297**, ago. 2014.

EPUSP. **eST-202 / STR-202: Higiene do Trabalho-Parte B**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2014

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. 5 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Introdução à higiene ocupacional**. São Paulo: FUNDACENTRO, 2004

SESI –SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA . **Técnica de Avaliação de agentes ambientais: Manual SESI**. Brasília: SESI/DN, 2007.

SPILLERE, Julie Ingrid; FURTADO, Taise Spadari. **Estresse ocupacional causado pelo calor**. 2007. p. 64. Dissertação Pós-graduação. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúma, 2007.

VALLE, Thicia Medina. **Gestão por processos: Um estudo sobre sua implementação no setor de fundição de uma empresa metalúrgica**. 2010. p.93. Monografia de Graduação. Universidade Federal de Juiz de Fora: Juiz de Fora, 2010

VIEIRA, Sebastião Ivone. **O Perito Judicial: Aspectos Legais e Técnicos**. 2 ed. São Paulo: LTR, 2005.