



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

POMPEU PAES GUIMARÃES

**FATORES ERGONÔMICOS DAS ATIVIDADES EM UMA
FÁBRICA DE FERRAMENTAS**

JERÔNIMO MONTEIRO - ES

FEVEREIRO – 2011

POMPEU PAES GUIMARÃES

**FATORES ERGONÔMICOS DAS ATIVIDADES EM UMA
FÁBRICA DE FERRAMENTAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais, Área de Concentração Ciências Florestais e Linha de Pesquisa Manejo Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler.

JERÔNIMO MONTEIRO - ES

FEVEREIRO – 2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

G963f Guimarães, Pompeu Paes, 1985-
 Fatores ergonômicos das atividades em uma fábrica de ferramentas /
 Pompeu Paes Guimarães. – 2011.
 98 f. : il.

 Orientador: Nilton César Fiedler.
 Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal
 do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

 1. Ergonomia. 2. Processos de fabricação – Fatores humanos. 3.
 Antropometria. 4. Ambiente de trabalho. 5. Layout. 6. Engenharia industrial.
 I. Fiedler, Nilton César. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro
 de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 630

Fatores Ergonômicos das Atividades em uma Fábrica de Ferramentas

Pompeu Paes Guimarães

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais na área de concentração Ciências Florestais.

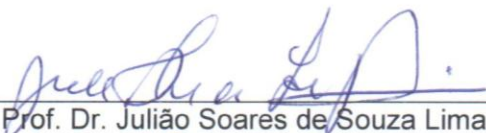
Aprovada em 11 Fevereiro de 2011.



Prof. Dr. Ângelo Márcio Pinto Leite
DEF-UFVJM



Prof. Dr. José Tarcisio da Silva Oliveira
DEF/CCA/UFES



Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima
DER/CCA/UFES



Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler
CCA/UFES (Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que sempre me guiou, protegeu e, como se não bastasse, ainda esteve comigo por todo tempo, trazendo sempre perseverança tecendo os fios de meu destino.

Agradecimentos ao professor Nilton Cesar Fiedler, por sua orientação, pela paciência, pelos ensinamentos, pela disposição, atendendo-me mesmo fora de seu trabalho e por me apresentar a Ergonomia e despertar meu interesse nesta área.

Ao professor Luciano Minette e a UFV, pela sua boa vontade, otimismo e empréstimos de equipamentos. Aos professores Julião Soares de Souza Lima, Ângelo Márcio Pinto Leite, José Tarcísio da Silva Oliveira pela participação e contribuições que foram muito importantes para a melhoria da dissertação.

Ao Centro de Ciências Agrárias, em particular aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal do Espírito Santo, por todo aprendizado durante o mestrado.

À CAPES-REUNI (Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior – Reestruturação de Ensino das Universidades Federais) pela concessão da bolsa que foi de grande ajuda para a realização deste trabalho.

À LP Ferramentas Agrícolas S.A., pela disponibilidade de coleta de dados nas dependências da empresa, por toda hospitalidade, pronto atendimento dos trabalhadores a aceitabilidade da pesquisa e principalmente, ao senhor Carlos Presti e filhos, Mariza Borgo, Aline Colombino e Fabiano Oliveira.

Obrigado profundamente a meus pais, por me apoiarem desde o início a completar o sonho de ter nascido, receber educação e formação.

Aos meus irmãos, Cíntia e Aislan, minha gratidão por todo carinho recebido e puxões de orelha preciosos que me tornaram mais

forte e semelhante a vocês.

Bem aventurados meus avós, Neyde e Pompeu, por todo conhecimento e sabedoria a mim passado.

À minha namorada Daniele, que sempre esteve por perto e me manteve seguro com todo seu amor e carinho e me mostrou que a vida só tem graça quando se divide, porque você já faz parte de minha história e futuro.

Nas pessoas de Saulo Boldrini, Flávio Cipriano, Heitor Broetto, André Pinheiro, pela ajuda na coleta dos dados, Fernando Bonelly e Rômulo Mazziero, pelo auxílio na confecção das plantas baixas e ao amigo Rômulo Môra, pelo apoio na análise estatística e comprovação ou não das hipóteses formuladas, meu mais profundo agradecimento.

A todos os companheiros do Laboratório de Ergonomia e Segurança do Trabalho. Ao Daniel Pena Pereira, meu muito obrigado pela total disponibilidade de seus serviços e amizade.

Aos meus amigos que sempre estavam presentes nas várias temporadas em Alegre: Dyeime Ribeiro, Paulo André Trazzi; Rafaella Curto e Samira Mureli. E amigos de Bom Jesus do Itabapoana: Geovana Santana, André Teixeira e Juliana Campos.

Meus amigos de república: Huezer Viganô, Wesley Campanharo, Hugo Roldi e Douglas Paganini (primeira formação); Romualdo Alcantara e Felipe Miertschink (segunda formação). E aos transeuntes: Leonardo Trivilin e Rafael Tonetto.

A todos, o meu mais profundo agradecimento.

Assim como todas as portas são diferentes
aparentemente todos os caminhos são diferentes
Mas vão dar todos no mesmo lugar
O caminho do fogo é a água
Assim como o caminho do barco é o porto
O caminho do sangue é o chicote
Assim como o caminho do reto é o torto
O caminho do risco é o sucesso
Assim como o caminho do acaso é a sorte

Raul Seixas

BIOGRAFIA

POMPEU PAES GUIMARÃES, filho de Nivaldo Braga Guimarães e Sônia Helena Paes Guimarães, nasceu às 16 horas de 26 de Junho de 1985, em Bom Jesus do Itabapoana, Rio de Janeiro, Brasil.

Formou-se Técnico em Agropecuária no Colégio Técnico Agrícola Ildefonso Bastos Borges (CTAIBB – UFF), em 2000.

Em 2004, ingressou na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em Alegre-ES, graduando-se em Engenharia Florestal, em fevereiro de 2009.

Em março de 2009, iniciou o Mestrado em Ciências Florestais, na Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, submetendo-se à defesa da dissertação em fevereiro de 2011.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Localização da área de estudo, em Marechal Floriano – ES, distrito de Araguaia.	18
Figura 2.	Tipos de ferramentas produzidas pela Empresa.	23
Figura 3.	Tipos de ferramentas produzidas pela Empresa.	24
Figura 4.	Tipos de ferramentas produzidas pela Empresa.	25
Figura 5.	Área de alcance ótimo e máximo sobre a mesa (FONTE: IIDA, 2005).	29
Figura 6.	IBUTG (Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo) utilizado na coleta de dados.	30
Figura 7.	Anemômetro digital utilizado na coleta de dados.	32
Figura 8.	Luxímetro digital portátil utilizado na coleta de dados.	33
Figura 9.	Decibelímetro digital.	34
Figura 10.	Citações apontadas pelos trabalhadores como motivos para desempenhar suas funções na empresa.	37
Figura 11.	Principais motivos que contribuem para um baixo rendimento no trabalho.	40
Figura 12.	Partes do corpo em que o trabalhador sente mais dor.	41
Figura 13.	Partes do corpo mais atingidas pela vibração.	45
Figura 14.	Área da bancada das máquinas avaliadas e alcance ótimo dos operadores, em que área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), área da forjadora (AF), área da marcadora (AM), têmpera (TE) e esmeril (ES).	50
Figura 15.	Altura das bancadas das máquinas e altura ideal, em que área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), área da forjadora (AF), área da marcadora (AM), têmpera (TE) e esmeril (ES).	51
Figura 16.	Altura do pedal das máquinas e altura máxima recomendável, em que área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), área da forjadora (AF) e área da marcadora (AM).	52
Figura 17.	Área do pedal e área ótima do pedal das máquinas, em que: área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), área da forjadora (AF) e área da marcadora (AM).	53

Figura 18. IBUTG médio durante a jornada de trabalho no mês de janeiro de 2010, em que: envernizamento (EV), têmpera (TE), esmeril (ES), �rea da marcadora (AM), �rea da forjadora (AF), �rea de viragem (AV), região de orvado (RO), �rea de corte 1 (AC1), �rea de corte 2 (AC2), soldagem (SO), inser�o de cabos (IC) e máxima exposi�o permitida pela NR-15 (MAX)..	56
Figura 19. Velocidade média do vento durante a jornada de trabalho, em que: envernizamento (EV), têmpera (TE), esmeril (ES), �rea da marcadora (AM), �rea da forjadora (AF), �rea de viragem (AV), região do orvado (RO), �rea de corte 1 (AC1), �rea de corte 2 (AC2), soldagem (SO) e inser�o de cabos (IC).....	62
Figura 20. Iluminância média durante a jornada de trabalho, em que: envernizamento (EV), têmpera (TE), esmeril (ES), �rea da marcadora (AM), �rea da forjadora (AF), �rea de viragem (AV), região do orvado (RO), �rea de corte 1 (AC1), �rea de corte 2 (AC2), soldagem (SO) e inser�o de cabos (IC).....	66
Figura 21. Níveis médios de ruído durante a jornada de trabalho, em que: envernizamento (EV), têmpera (TE), esmeril (ES), �rea da marcadora (AM), �rea da forjadora (AF), �rea de viragem (AV), região de orvado (RO), �rea de corte 1 (AC1), �rea de corte 2 (AC2), soldagem (SO), inser�o de cabos (IC) e máxima exposi�o permitida pela NR-15 (MAX).....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Atividades que compõem o processo de produção de ferramentas florestais da empresa LP Ferramentas Agrícolas S.A.	19
Tabela 2.	Parâmetros antropométricos sua utilização e percentil indicados para aplicação dos dados antropométricos (FONTE: MINETTE, 1996)	27
Tabela 3.	Dimensionamento de EPI.	28
Tabela 4.	Regime de trabalho devido ao tipo de atividade (FONTE: NR-15 – ANEXO 3. SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 2009).....	31
Tabela 5.	Taxas de metabolismo por tipo de atividade (FONTE: NR-15 – ANEXO 3. SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 2009).....	32
Tabela 6.	Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente (FONTE: NR-15 – ANEXO 1).....	34
Tabela 7.	Atividades e máquinas de maior e de menor preferência, facilidade, perigo e cansaço.....	38
Tabela 8.	Opinião dos trabalhadores sobre os EPIs.....	43
Tabela 9.	Medidas antropométricas dos trabalhadores e sua dispersão ..	47
Tabela 10.	Dimensões das mesas utilizadas no galpão de produção de ferramentas.....	49
Tabela 11.	Dimensões médias dos fornos utilizados na fabricação de ferramentas.....	53
Tabela 12.	Valores médios de IBUTG durante a jornada de trabalho, média, desvio padrão, “t” tab, número de amostras coletadas e mínimo	55
Tabela 13.	IBUTG e comparações pelo teste de Tukey do processo de produção de ferramentas	58
Tabela 14.	Valores médios de velocidade do vento (m/s) durante a jornada de trabalho, média, desvio padrão, “t” tab, número de amostras coletadas e mínimo	61

Tabela 15. Velocidade do vento (m/s) por hora e comparações pelo teste de Tukey do processo de produção de ferramentas	63
Tabela 16. Valores médios de iluminância (Lux) durante a jornada de trabalho, média, desvio padrão, “t” tab, número de amostras coletadas e mínimo	65
Tabela 17. Iluminância (Lux) por hora e comparações pelo teste de Tukey do processo de produção de ferramentas.....	68
Tabela 18. Valores médios de ruído (dB(A)) durante a jornada de trabalho, média, desvio padrão, “t” tab, número de amostras coletadas e mínimo	69
Tabela 19. Níveis de ruído (dB(A)) por hora e comparações pelo teste de Tukey do processo de produção de ferramentas	71

SUMÁRIO

RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO GERAL.....	2
1.1.1 Objetivos específicos	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 AVALIAÇÃO ERGONÔMICA	3
2.2 FATORES HUMANOS E CONDIÇÕES DE TRABALHO	4
2.3 PERFIL ANTROPOMÉTRICO.....	7
2.4 AMBIENTE DE TRABALHO	9
2.4.1 Conforto térmico	9
2.4.2 Ventilação	11
2.4.3 Iluminância	12
2.4.4 Ruído	13
2.5 “LAYOUT” DO PROCESSO PRODUTIVO	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 REGIÃO DE ESTUDO.....	18
3.2 DESCRIÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO	18
3.3 DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS	23
3.4 COLETA DE DADOS.....	25
3.5 FATORES HUMANOS E CONDIÇÕES DE TRABALHO	25
3.6 PERFIL ANTROPOMÉTRICO.....	26
3.7 AMBIENTE DE TRABALHO	29
3.7.1 Procedimento estatístico	29
3.7.2 Conforto térmico	30
3.7.3 Ventilação	32
3.7.4 Iluminância	33
3.7.5 Ruído	33
3.8 “LAYOUT” DO PROCESSO PRODUTIVO	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 FATORES HUMANOS E CONDIÇÕES DE TRABALHO	36
4.1.1 Dados gerais dos trabalhadores	36
4.1.2 Horário de trabalho	36
4.1.3 Características da função	37
4.1.4 Hábitos, costumes e vícios	40
4.1.5 Saúde	41
4.1.6 Equipamentos de proteção individual	42
4.1.7 Treinamento	43
4.1.8 Segurança das máquinas e equipamentos	44
4.1.9 Ambiente de trabalho	44
4.2 PERFIL ANTROPOMÉTRICO.....	46
4.3 AMBIENTE DE TRABALHO	54
4.3.1 Conforto térmico	54
4.3.2 Ventilação	60
4.3.3 Iluminância	64
4.3.4 Ruído	69
4.4 LAYOUT DO PROCESSO PRODUTIVO	72
5. CONCLUSÕES	75

6. RECOMENDAÇÕES	77
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
APÊNDICE	84
ANEXOS	93

RESUMO

GUIMARAES, Pompeu Paes. **Fatores ergonômicos das atividades em uma fábrica de ferramentas**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Orientador: Prof. Dr. Nilton César Fiedler.

Esta pesquisa avalia ergonomicamente os postos de trabalho de uma fábrica de produção de ferramentas pelo processo de forjamento por martelamento, abrangendo: os fatores humanos e as condições de trabalho; a relação entre antropometria dos trabalhadores e o posto de trabalho; as condições do ambiente de trabalho (conforto térmico, ventilação, iluminância e ruído); e o layout do posto de trabalho. O processo de produção de ferramentas envolve as atividades de: área de corte 1 e 2, região de orvado, área de viragem, área de forjamento, área da marcadora, têmpera, inserção de cabos, esmeril, envernizamento e soldagem. Para caracterizar os fatores humanos e as condições de trabalho foi utilizado um questionário estruturado com o intuito de conhecer a opinião dos trabalhadores sobre suas funções. Para o conforto térmico foi utilizado o IBUTG; para medir a velocidade do vento o anemômetro; luxímetro, para avaliar a quantidade de luz do galpão de produção; e decibelímetro, para coletar o ruído que os trabalhadores estavam expostos. A atividade de envernizamento foi a atividade de maior facilidade, menos perigosa e menos cansativa e o esmeril, de menor preferência, mais perigosa e cansativa. Foi detectado alto índice de acidentes no processo de produção de ferramentas afetando, principalmente, a região dos dedos (72%). Pela relação da análise antropométrica e características das máquinas, a altura das bancadas ideal é de 0,9 m (trabalho pesado) e os trabalhadores mais baixos devem usar estrados de 0,2 m; o alcance ótimo ideal é 0,3 m² e o alcance máximo de 1,0 m² de área. Os dados de IBUTG variaram em média de 20,9°C (envernizamento às 8 horas) a 27,3°C (forjadora às 16 horas). A área da forjadora e marcadora foram as atividades de maior IBUTG em média durante todo o processo produtivo. Todas as atividades apresentaram velocidade do vento abaixo de 0,8 m/s, sendo perfeitamente aceitável durante toda jornada de trabalho, em média de 0,1 m/s (soldagem às 8 horas) a 0,7 m/s (área de corte 2 às 13 horas). A iluminância, em média oscilou de 42,9 Lux (forjadora às 8 horas) a 393,3 Lux (área de corte 2 às 12 horas). As atividades de envernizamento, têmpera, área da marcadora, área da forjadora e inserção de cabos apresentaram médias de iluminância abaixo do necessário (150 Lux) durante toda a jornada de trabalho. Todas as atividades apresentaram ruídos acima de 85 dB(A), exceto o envernizamento e área de corte 1; os níveis de ruído variaram em média de 79,7 (envernizamento às 8 horas) a 95,7 dB(A) (esmeril às 13 horas). Pela análise do layout, propõe-se uma nova disposição física para reduzir os tempos improdutivo, facilitar a sequência de produção e escoamento de materiais.

Palavras chave: Ergonomia, fatores humanos, antropometria, ambiente de trabalho e layout do processo produtivo.

ABSTRACT

GUIMARAES, Pompeu Paes. **Ergonomic evaluation of a forestry tool factory**. 2011. Dissertation (Master's degree on Forest Science) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Advisor: Prof. Dr. Nilton César Fiedler.

To evaluate ergonomic work stations of a production plant for the process of forging tools by hammering covering: the human factors and working conditions, the relationship between anthropometry of workers and the workplace, the conditions of the working environment (thermal comfort, ventilation, illumination and noise) and the layout of the workplace. The production of tools involves the following activities: cutting area and a second region of orvado area, turning, forging area, area of the marker, tempera, insertion of cables, grinding, welding and varnishing. To characterize the human factors and working conditions, we used a structured questionnaire in order to know the opinion of workers about their duties. For the thermal comfort was used WBGT; to measure the wind speed the wind speed light meter to measure the amount of light shed production, and to collect decibel noise that workers were exposed. The activity was varnishing the activity easier, less dangerous and less tiring and Emery, preferably smaller, more dangerous and tiring. Detected a high rate of accidents in production of tools affecting mainly the region of the fingers (72%). Anthropometric analysis of the relationship and characteristics of the machines, the ideal height of the benches is 0.9 m (heavy duty), and workers should use lower pallets of 0.2 m, the optimal range is 0.3 m² and the ideal range maximum of 1.0 m² area. The data on average WBGT ranged from 20.9°C (varnishing to 8 hours) to 27.3°C (16 hours to forge). The area of the forger and tracer activities were higher on average WBGT during the entire production process. All activities showed wind speeds below 0.8 m/s is perfectly acceptable throughout the working day, an average of 0.1 m/s (at 8 o'clock welding) to 0.7 m/s (cut area 2 to 13 hours). The illuminance on average ranged from 42.9 Lux (forger to 8 hours) to 393.3 Lux (cutting area 2 to 12 hours). The activities of varnishing, tempera, marker area, area of insertion of cables and forger had means below the required illuminance (150 lux) throughout the workday. All activities presented noise above 85 dB (A) except the varnish and a cutting area, the noise levels ranged on average from 79.7 (varnishing to 8 hours) to 95.7 dB (A) (to Emery 13 hours). For the layout analysis is proposed a new physical layout to reduce unproductive time, facilitate the sequence of production and marketing of materials.

Keywords: Ergonomic, human factors, anthropometry, work environment and layout of the production process.

1. INTRODUÇÃO

As atividades florestais vêm passando por um processo intenso de mecanização em busca de maior produtividade e redução de custos. Apesar da crescente mecanização das tarefas humanas, ainda existem muitas que dependem do esforço muscular.

Mesmo com a adoção maciça de máquinas no setor florestal e agrônômico, nunca se deixará de utilizar ferramentas manuais nas atividades inerentes a estes segmentos, devido a sua praticidade, facilidade de uso, baixo custo de produção e impedimento do uso da mecanização.

No processo de fabricação, várias ferramentas utilizadas no setor florestal são confeccionadas por intermédio do processo de forjamento por martelamento. Esse processo é constituído por pancadas sucessivas com golpes ou batidas rápidas no metal, aplicando pressão sobre as peças no momento em que existe o contato do martelo da forjadora e a peça metálica.

A postura básica de trabalho no processo de forjamento por martelamento é em pé. O acionamento da máquina se faz por controle mecânico com os membros inferiores e com as mãos, com o trabalho exigindo precisão. Assim, os funcionários ficam acometidos a trabalhos estáticos, que exigem contração contínua de alguns músculos para manter uma determinada posição (IIDA, 2005). Essa posição prejudica a circulação sanguínea nos vasos capilares e pode provocar dores.

As máquinas adotadas são rústicas e aplicam forças para usinabilidade das peças. Assim, todo o sistema depende do controle direto do operador sobre a máquina, estando sujeito a precisão de seus movimentos para que a peça tenha qualidade e, se obtenha a quantidade produzida em um tempo determinado.

A grande dificuldade de se trabalhar com peças de aço é que para moldá-las, é necessário que estejam em altas temperaturas para possibilitar a dilatação até o ponto desejável, para a peça tomar formato de ferramenta. Com isso, os trabalhadores podem estar expostos a altas temperaturas provenientes dos fornos que aquecem as peças, além de serem submetidos a um ambiente

inóspito com excesso de ruído, gases, fuligens e poeira, ofuscamentos pelas peças incandescentes, entre outros.

Esta pesquisa abrange os fatores humanos relacionados às atividades de fabricação de ferramentas; à relação entre antropometria dos trabalhadores e o posto de trabalho no intuito de adequá-lo às especificidades dos trabalhadores; às condições do ambiente de trabalho (conforto térmico, ventilação, iluminância e ruído) e a comparação com níveis aceitáveis segundo legislação vigente; e analisa o layout do posto de trabalho propondo melhorias ao processo produtivo.

1.1 OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa avalia ergonomicamente os postos de trabalho de uma fábrica de ferramentas.

1.1.1 Objetivos específicos

- Avaliar os fatores humanos e as condições de trabalho nas atividades de produção de ferramentas florestais;
- Traçar o perfil antropométrico dos trabalhadores e compará-lo de acordo com dimensões dos postos de trabalho;
- Avaliar o ambiente de trabalho em relação ao conforto térmico da atividade, a ventilação do ambiente, a iluminância dos postos de trabalho e os níveis de ruído que os trabalhadores estão expostos; e
- Avaliar o “layout” dos postos de trabalho físicos originais e, se necessário, propor readequação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AVALIAÇÃO ERGONÔMICA

A ergonomia é a área ou campo do conhecimento científico que trata da compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema e, a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos a projetos que visam otimizar o bem estar humano e a performance global dos sistemas (IEA, 2008).

A unidade básica em ergonomia é o sistema: ser-humano-máquina-ambiente. Ser humano – o trabalhador gerando seu trabalho; máquina – qualquer tipo de artefato eletromecânico usado pelo homem para realizar trabalho ou melhorar seu desempenho; e ambiente – local onde vai haver as interações entre o ser humano e a máquina objetivando a produção (IIDA, 2005).

A ergonomia possui um caráter essencialmente aplicado. Constituiu-se, enquanto área do conhecimento, com o propósito de responder a uma demanda específica. Historicamente, sua evolução é consequente às transformações da atividade humana (ABRAHÃO et. al., 2005).

Para cada item identificado como passível de inserção na busca de um ambiente ergonomicamente adequado, um conjunto de informações devem ser elencadas, a fim de conduzir o processo de avaliação do projeto, sendo esses mesmos procedimentos sugeridos na análise de ambientes em utilização, nos quais se formule uma demanda, a partir de problemas identificados (VILLAROUCO e ANDRETO, 2008).

Segundo Santos et al. (1997), a análise ergonômica do trabalho é composta pelos seguintes fatores: análise da demanda – para uma descrição e entendimento da organização e dos processos de produção, procedendo-se um levantamento dos materiais, do pessoal envolvido, do dispêndio de tempo e dos equipamentos utilizados, identificando recursos, processamento e produtos principais; análise da tarefa – tratando de avaliação do ambiente (condicionantes físico-ambientais) e análise da atividade – refere-se ao comportamento do trabalhador, na realização de uma tarefa. Após essas

análises, é construído um diagnóstico ergonômico, apresentando as possíveis interferências na produtividade geral do sistema.

Olhar um projeto com olhos de um ergonomista é antever sua utilização, é conjugar condicionantes físicos, cognitivos, antropométricos, psicossociais e culturais, objetivando identificar variáveis não atendidas e/ ou necessárias no produto proposto (VILLAROUÇO e ANDRETO, 2008).

A norma que trata de ergonomia no Brasil é a NR-17, do Ministério do Trabalho e Emprego, publicada em 1978 e atualizada em 1990. Essa norma tem por objetivo estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar o máximo conforto, segurança e desempenho. Entretanto, não há indicação para avaliação ergonômica de máquinas florestais, conforme já existente nos países escandinavos (FONTANA e SEIXAS, 2007).

A ergonomia do ambiente construído, também conhecida como ergonomia ambiental, corresponde a mais uma vertente que se insere nas pesquisas da relação do ser humano com o ambiente, a partir dos aspectos sociais, psicológicos, culturais e organizacionais. Abrange aspectos técnicos e materiais – concepção espacial, layout, conceitos dimensionais, mobiliário, materiais de revestimento e conforto ambiental; aspectos organizacionais – recursos humanos, normas e procedimentos que disciplinem a organização do trabalho; e aspectos psicológicos – percepção do usuário, fronteiras dos espaços, comunicação humana e estética (VASCONCELOS et. al., 2009).

O processo produtivo industrial-florestal tem causado impacto negativo sobre a saúde dos trabalhadores, produzindo, assim, doenças e acidentes, com alta incidência de graves sequelas e mutilações, trazendo repercussão na vida social dos trabalhadores (PIGNATI, 2005).

2.2 FATORES HUMANOS E CONDIÇÕES DE TRABALHO

O problema da motivação no trabalho situa-se, inevitavelmente, no contexto da interação dos interesses da organização com os interesses do empregado. As duas partes envolvem-se numa parceria, na qual cada uma delas apresenta, explícita e/ou implicitamente, as suas exigências e demandas.

Da parte da organização, existem demandas explícitas e bastante precisas relacionadas ao desempenho do empregado e às normas de comportamento na empresa. Em relação ao desempenho, a empresa exige que os seus membros executem tarefas bem delimitadas, em períodos determinados de trabalho e com padrões de quantidade e qualidade previamente estabelecidos. Todas essas atividades fazem parte do papel atribuído ao empregado e são, geralmente, regidas pelo próprio contrato de trabalho. Para a execução das tarefas, a empresa fornece aos seus empregados o equipamento e o material necessário, este último podendo, muitas vezes, não corresponder às exigências das tarefas e da própria organização (TAMAYO e PASCHOAL, 2003).

As dimensões e os seus respectivos indicadores de qualidade de vida do trabalho apresentados por Walton (1973), apud Tolfo e Piccinini (2001), são os seguintes: (1) compensação justa e adequada: equidade salarial interna, equidade salarial externa e benefícios; (2) condições de trabalho: condições físicas seguras e salutaras e jornada de trabalho; (3) oportunidade de uso e desenvolvimento das capacidades: autonomia e possibilidades de autocontrole, aplicação de habilidades variadas e perspectivas sobre o processo total do trabalho; (4) oportunidade de crescimento contínuo e segurança: oportunidade de desenvolver carreira e segurança no emprego; (5) integração social no trabalho: apoio dos grupos primários, igualitarismo e ausência de preconceitos; (6) constitucionalismo: normas e regras, respeito à privacidade pessoal e adesão a padrões de igualdade; (7) trabalho e o espaço total da vida: relação do papel do trabalho dentro dos outros níveis de vida do empregado; e (8) relevância social da vida no trabalho: relevância do papel da organização em face do ambiente.

A segurança, o conforto ambiental e os espaços para convivência social, são pontos essenciais no interior de uma empresa. Das modificações que venham a ser realizadas, devem-se levar em consideração as opiniões e demandas dos trabalhadores, já que eles são as pessoas mais afetadas pelo ambiente de trabalho (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001).

A exigência científica principal da ergonomia está no conhecimento, pela observação, das situações reais de trabalho, objetivando desenvolver

conhecimentos sobre a forma como o homem efetivamente se comporta ao desempenhar o seu trabalho e não como ele deveria se comportar. Para apreender das situações de trabalho, em sua totalidade e dimensões, a ergonomia utiliza uma metodologia própria de intervenção – a Análise Ergonômica do Trabalho (ABRAHÃO e PINHO, 1999).

A pesquisa a respeito dos fatores humanos, das condições de trabalho, saúde, alimentação, treinamento e segurança no trabalho visam encontrar métodos e técnicas específicos dos pontos de vista técnico e social, no intuito de garantir condições seguras e saudáveis no ambiente de trabalho (FIEDLER et al., 2001).

Fiedler et. al. (2010) traçaram o perfil dos trabalhadores de marcenarias do sul do Estado do Espírito Santo e descobriu que todos os marceneiros consideravam sua atividade perigosa e de elevado risco, encontrando 66% dos trabalhadores vitimados por acidentes. O motivo que levou os trabalhadores a profissão de marceneiro foi ter gosto pela atividade citados por 45% dos entrevistados. Para o processamento mecânico da madeira, Lopes et. al. (2003), em análise à utilização dos equipamentos de proteção individual (EPIs), verificaram que, todos os trabalhadores utilizam botas, 98,5% protetor auricular; 50,7 luvas; 26,9% avental; 5,9% máscara; 4,9% protetor facial; e 1,5% capa de chuva.

Canto et. al. (2007) analisaram 90 contratos da atividade de fomento florestal de eucalipto no Espírito Santo para qualificar a atividade de colheita. Por meio de um questionário estruturado, com perguntas abertas e fechadas, detectou que a extração dos toretes era feita de forma manual em 55,7% dos contratos. A mão de obra era contratada em 63,8%, familiar (22,4%), meeiros (6,9%) e outros (6,8%). Ocorreram acidentes em 15 dos 90 contratos amostrados, equivalendo a 16,7% do total.

Minette et. al. (2008) constataram que, em média, os operadores de tratores florestais na atividade de colheita florestal possuíam 31,3 anos, tendo 22,4 meses de tempo na função.

Para a atividade de extração manual de madeira, Silva et. al. (2010) aplicaram um questionário para 100% dos trabalhadores, sendo um trabalho tipicamente masculino, todos possuíam nível de instrução inferior ao primeiro

grau completo e concluíram que, mesmo os trabalhadores considerando-se em bom estado de saúde, a atividade de extração de madeira pode acarretar impactos negativos à saúde dos mesmos.

Pela análise da qualidade de vida de carvoeiros com aplicação de questionários que avaliaram fatores humanos, Pimenta et. al.(2006) divulgaram que 50% destes trabalhadores passaram por treinamentos para executar essa atividade. Ao final da jornada de trabalho, 40% sentiam dores em alguma região do corpo.

Por meio de um relatório com o histórico médico dos motoristas e por intermédio de questionamentos realizados durante o levantamento do perfil do motorista, Killesse et. al. (2006) avaliaram o posto de trabalho de motoristas de caminhão utilizados no meio agrícola, em que o tempo de habilitação destes variou de 6 a 30 anos, com faixa etária de 25 a 52 anos. Pelo relatório médico dos motoristas, 19% são obesos, 10% hipertensos e 3% diabéticos.

2.3 PERFIL ANTROPOMÉTRICO

O levantamento antropométrico de determinada população é um instrumento importante em estudos ergonômicos, fornecendo subsídios para dimensionar e avaliar máquinas, equipamentos, ferramentas e postos de trabalho e, ainda, verificar a adequação deles às características antropométricas dos trabalhadores, dentro de critérios ergonômicos adequados, para que a atividade realizada não se torne fator de danos à saúde e desconforto ao trabalhador (SILVA et al., 2006).

Em Engenharia, as medidas antropométricas são indispensáveis, pois norteiam o desenvolvimento de projetos ergonômicos que visem à projeção de máquinas, ferramentas e utensílios adaptados às características humanas (PERINE et al., 2005).

Entretanto, a população brasileira possui características físicas muito variáveis, o que dificulta ainda mais um levantamento antropométrico (FERNANDES et al., 2009).

Os dados antropométricos devem ser expressos em percentis, que, por sua vez, significam a proporção da população cuja medida é inferior a um

determinado valor. Um percentil de 95% indica que uma variável possui magnitude igual ou inferior a este valor, e que os 5% restantes correspondem ao extremo superior da referida variável (IIDA, 2005). Esse mesmo autor diz ainda que, o uso inadequado de produtos mal projetados pode causar sérios problemas à saúde do consumidor; preferencialmente, essas condições deveriam ser pensadas na fase inicial de cada projeto, diminuindo, assim, os problemas futuros na hora do uso.

As medidas antropométricas são dados de bases essenciais para concepção de um posto que satisfaça ergonomicamente os trabalhadores, pois só a partir das dimensões dos indivíduos é que se pode definir, de forma racional, o dimensionamento adequado, tanto da máquina de trabalho como da atividade envolvida visando, basicamente, à segurança, à eficiência e ao conforto do trabalhador (MINETTE et al., 2002).

Em um estudo com operadores de feller-buncher, Fernandes et. al. (2009) traçaram o perfil antropométrico para a atividade de colheita florestal e comparou com as medidas dos operadores americanos encontrando as dimensões de 167,1 cm para o Percentil (5%) e 182,9 cm de altura para o Percentil (95%), sendo os trabalhadores brasileiros mensurados menores que os trabalhadores americanos.

Fontana e Seixas (2007) fizeram um paralelo entre os comandos das máquinas florestais utilizadas na extração florestal e as medidas antropométricas dos operadores de “forwarder” e “skidder”. A máquina de melhor conformação com o perfil antropométrico do trabalhador brasileiro foi o “forwarder” Valmet 890.2, seguido do “skidder” Caterpillar 545 com mais da metade dos comandos bem posicionados, 66,7 e 54,5%, respectivamente.

Sant’anna et. al. (2000) utilizaram técnicas de antropometria para traçar o melhor perfil para operadores de motosserra em regiões montanhosas e, chegaram à conclusão que, o componente predominante nos operadores foi a mesoforma. O operador mais eficiente em produtividade possuía tipo físico mesoformo-endomorfo (combina massa muscular e gordura corporal) e o menos produtivo, mesoformo-ectomorfo (reúne massa muscular e linearidade).

Segundo Killesse et. al. (2006), o perfil antropométrico de motoristas de caminhão em atividades rurais foi obtido por meio das medidas diretas do

corpo do motorista na posição em pé. Encontraram uma estatura dos motoristas de 159 cm (percentil 5%) e 181 cm de altura (percentil 95%); e o alcance máximo de controles do painel da cabine do caminhão deve ser proporcional ao comprimento do membro superior do motorista, sendo respectivamente para percentil 5% e 95% de 69,5 cm e 77,9 cm.

2.4 AMBIENTE DE TRABALHO

Se considerar tanto a diversidade de atividades quanto a diversidade humana – diferenças nas habilidades, por exemplo, pode-se entender que as características do ambiente podem dificultar ou facilitar a realização das atividades. Quando um ambiente físico responde às necessidades dos usuários tanto em termos funcionais (físico/cognitivos) quanto formais (psicológicos), certamente terá um impacto positivo na realização das atividades (VILAROUCO e ANDRETO, 2008).

2.4.1 Conforto térmico

Conforto térmico é quando a quantidade de calor recebida pelo corpo equivale à mesma quantidade de calor perdido - equilíbrio térmico (IIDA, 2005).

As pesquisas sobre conforto térmico podem ser classificadas com base no método utilizado para sua avaliação, em: pesquisas de campo (ambientes reais) ou pesquisas em câmaras climatizadas (ambientes laboratoriais). Na pesquisa de campo, a condição de conforto é analisada com a pessoa no seu ambiente cotidiano e desenvolvendo as atividades rotineiras. Em câmaras climatizadas, cada variável pode ser controlada ou modificada, a fim de proporcionar uma melhor situação de conforto (GOUVEA, 2004).

A partir das variáveis climáticas do conforto térmico, e de outras variáveis, como atividade desenvolvida pelo indivíduo considerado aclimatado e saudável e sua vestimenta, vem sendo desenvolvidos uma série de estudos que procuram determinar as condições de conforto térmico e os vários graus de conforto ou desconforto por frio ou por calor. As variáveis do conforto térmico são diversas e, variando diferentemente algumas delas ou até todas,

as condições finais podem proporcionar sensações ou respostas semelhantes ou até iguais. Isso levou os estudiosos a desenvolver índices que agrupam as condições que proporcionam as mesmas respostas — os índices de conforto térmico (FROTA e SCHIFFER, 2001).

O IBUTG (Índice de bulbo úmido termômetro de globo) funciona como um indicador que engloba os principais fatores causadores da sobrecarga térmica (alta temperatura, metabolismo, calor radiante e alta umidade relativa do ar) e, também, os principais fatores atenuadores da mesma (ventilação do ambiente, baixa umidade relativa do ar e baixa temperatura), fornecendo uma escala de tempo de trabalho e de tempo de repouso para aquela situação (COUTO, 1995). É um índice empírico e representa o estresse de calor ao qual um indivíduo está exposto. É indicado para avaliação de ambientes industriais pela facilidade de uso e por indicar o efeito médio do calor no homem em um período representativo de sua atividade (HACKENBERG, 2000).

Conforme Couto (1995), a exposição do trabalhador na execução de tarefas em altas temperaturas pode causar doenças, tais como a hipertermia ou intermação. 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 a umidade ou secura exagerada, superfícies muito quentes ou frias e correntes de ar (IIDA, 2005).

Do ponto de vista térmico, à medida que o meio se torna hostil, maiores serão as exigências de termorregulação. 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 consequentes perdas de eficiência e segurança no trabalho (COUTO, 1995).

Segundo Verdussen (1978), 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.

Em pesquisa abordando a avaliação ergonômica em relação ao conforto térmico em atividades de poda de árvores no Distrito Federal (trabalho tipicamente pesado), Fiedler et. al. (2008), encontraram que o IBUTG não estava de acordo com NR-15, apresentando o valor máximo de 27°C. Para

colheita florestal mecanizada, o conforto térmico foi considerado ideal para toda a jornada de trabalho devido à utilização de ar condicionado nas cabines das máquinas (MINETTE et. al., 2007).

Numa indústria de erva-mate, na região centro-sul do Estado do Paraná, o IBUTG máximo encontrado foi de 17°C, sendo perfeitamente tolerável. O trabalho era realizado sem sobrecarga térmica, não havendo necessidade de pausas de recuperação (LOPES et. al., 2006).

2.4.2 Ventilação

A ventilação é um aspecto importante do conforto térmico. Ajuda a remover, por convecção, o calor gerado pelo corpo. Ao remover o ar saturado próximo da pele, facilita a evaporação do suor e o resfriamento do corpo. Em ambientes industriais, a ventilação pode ter o objetivo principal de remover o ar contaminado de aerodispersóides. Nesse caso, pode ser benéfico ou prejudicial ao conforto, dependendo da temperatura do ar (IIDA, 2005).

Uma circulação natural de ar adequada, dentro de um ambiente construído, além de auxiliar a diminuição do gradiente térmico, contribui para a renovação do ar interno (remoção dos poluentes). Dependendo do perfil de ocupação do ambiente, a produtividade dos ocupantes pode ser afetada, além de ser prejudicial à saúde (MAZON et al., 2006).

Para Frota e Schiffer (2001), em regiões de clima quente úmido, como no Brasil, a ventilação natural é a estratégia mais simples para promover o conforto térmico quando a temperatura interna se torna elevada. A ventilação natural acontece por meio da “ação dos ventos” que promove a movimentação do ar através do ambiente e do “efeito chaminé”, provocado pela diferença de densidade do ar interno e externo. O planejamento da ventilação natural deve resultar no somatório das forças desses fatores para não prejudicar a ventilação do ambiente.

A ventilação industrial trata das aplicações da ventilação em ambientes industriais. Para Clezar e Nogueira (1999), apud Nunes (2006), a ventilação industrial pode ser classificada em “ventilação local exaustora” que é realizada por meio de um equipamento captador de ar junto à fonte poluidora e,

“ventilação local diluidora”, a qual proporciona a ventilação ambiente, de um modo global.

Nas fábricas, os processos que envolvem a produção, normalmente poluem o ambiente, pois são acompanhados de gases nocivos, vapores e poeiras, que modificam a composição e o estado do ar, podendo ser prejudiciais à saúde e ao bem-estar dos trabalhadores. Quando não há uma adequada renovação de ar pode ocorrer aumento da temperatura, tornando insuportável o ambiente interno, provocando condições penosas de trabalho, que comprometem o rendimento das operações (CHIARELLO, 2006).

Alguns fatores em relação aos ventos devem ser analisados por projetistas como sua velocidade, predominância da sua direção e mudanças diárias ou sazonais. Provido dessas informações, o projetista tem condições de conhecer as probabilidades de ocorrência dos ventos e a principal orientação e velocidade (DIAS, 2009).

2.4.3 Iluminância

Segundo a NR-17, em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade. A iluminação geral deve ser uniformemente distribuída e difusa (SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 2009).

Os níveis mínimos de iluminamento a serem observados nos locais de trabalho são os valores de iluminância estabelecidos na NBR 5413, norma brasileira registrada no INMETRO (117.027-9 /I2).

O nível de iluminamento interfere no mecanismo fisiológico da visão e na musculatura que movimenta os olhos. Existem alguns fatores que influenciam na capacidade de distinção visual em relação ao projeto dos locais de trabalho: quantidade de luz do ambiente, tempo de exposição à luz e contraste entre figura e o fundo do local (IIDA, 2005).

Normalmente, as tarefas visuais são divididas em três componentes: “visual” onde acontece o processo de recebimento de informações relevantes sobre o desenvolvimento da tarefa e utiliza-se o sentido da visão; “cognitivo”, que é o processo pelo qual os estímulos sensoriais são interpretados; e “motor”

onde os estímulos são manipulados para extrair informações ou realizar ações (BOYCE, 2006).

De acordo com a NBR 5461/91, dados e técnicas para a estimativa das condições de disponibilidade de luz natural são importantes em termos de conforto visual e consumo de energia.

Ambientes industriais abrangem em seu interior uma ampla e diversificada gama de tarefas. As necessidades visuais de cada uma das tarefas são absolutamente distintas. Além disso, devem ser observados no projeto: a variedade de operação envolvendo maquinário, a circulação e o número de pessoas e as considerações econômicas, como custo e qualidade do material a ser instalado para um sistema de iluminação eficiente (JAGLBAUER, 2007).

O sistema de iluminação pode ser dividido em geral, localizado ou combinado. No sistema de iluminação geral, dispõe-se de uma iluminância homogênea sobre todo o ambiente de trabalho. O sistema de iluminação localizado restringe a maior quantidade de luz sobre um objeto ou ponto específico do galpão e no sistema combinado, reúne-se a homogeneização do ambiente provocado pelo sistema de iluminação geral e os maiores níveis de iluminância proporcionados pela iluminação localizada (IIDA, 2005).

Em pesquisa que avaliou os níveis de iluminância do ambiente de trabalho em atividades de poda de árvores (trabalho tipicamente pesado), Fiedler et. al. (2008) encontraram que os níveis de iluminância estavam de acordo com as NBR 5413/92 (atividades brutas de maquinarias: 200 a 500 lux), não havendo necessidade de proteção especial para a visão, pois não ultrapassou 1000 lux.

Para máquinas de colheita florestal, Minette et. al. (2007) constataram que as máquinas possuíam iluminação interna, mas não iluminação nos degraus, provocando altos riscos de quedas.

2.4.4 Ruído

O som é uma forma de energia emitida por um corpo vibrante, que ao se propagar, atinge o ouvido e causa a sensação da audição. De acordo com

GRANDJEAN (1982), o ruído é um complexo de sons que causam sensação de desconforto e está presente de forma contínua, na vida diária dos seres humanos. A diferenciação entre som e ruído pode ser subjetiva, podendo depender da sensibilidade e interesse do receptor, das condições do ambiente, tempo, intensidade, frequência, entre outros fatores (CORDEIRO, 2009).

De acordo com Segurança e Medicina do Trabalho (2009), o ruído pode ser caracterizado como ruído contínuo (A) ou ruído de impacto (C) (NR-15, anexo 1). O ruído de impacto apresenta picos de energia acústica de duração inferior a um segundo. Já o ruído contínuo apresenta pressão sonora que varia numa faixa de ± 3 dB, durante longos períodos de observação.

O ruído é uma variável que confronta os profissionais de ergonomia em sua definição e suas aplicações. Por exemplo, deve-se ter atenção no ruído das indústrias quando: o ruído cria uma distração suficiente ao operador de tal forma que o desempenho no trabalho fica comprometido; gera interferências nas comunicações importantes, máquinas, processos, sinais de alerta e emergência e exposições ao ruído constituem um risco para perda auditiva induzida aos trabalhadores (CASALI, 2006).

Entre os fatores ambientais que prejudicam os operadores das máquinas, o ruído pode ser considerado um dos principais. Além disso, um fator agravante é que a ciência ainda conhece pouco sobre as suas implicações na saúde ocupacional, em função da escassez de pesquisas (CUNHA & TEODORO, 2006).

O problema do ruído nasce da impossibilidade de se fabricar máquina industrial isenta de imperfeições, que produzam níveis baixos de ruído. Dessa forma, não é possível eliminá-lo, mas seu controle até um nível aceitável é possível. Ainda hoje, muitas máquinas são colocadas no mercado sem nenhuma preocupação por parte dos seus fabricantes com relação a determinadas características indispensáveis para a realização do trabalho com conforto e segurança (LIMA, 1998).

Verdussen (1978) cita que os efeitos nocivos do ruído sobre o homem podem ser divididos em fisiológicos e psicológicos. Segundo Máscia e Santos (1989), a presença de ruído prejudica o desempenho, perturba as relações

interindividuais, diminui as possibilidades de fixação e concentração, comprometendo as atividades psicomotoras.

O ruído pode ser controlado atuando na fonte geradora ou isolando a fonte para criar barreiras, a fim de reduzir a propagação do som; reduzindo a reverberação do som; removendo o trabalhador das áreas mais ruidosas; adotando controles administrativos que conscientizem sobre os problemas causados pelos ruídos e que favoreça os treinamentos, rotação das funções e necessidade de uso dos EPIs (IIDA, 1995; ROBRIGUES, 2009).

Os níveis de ruído foram avaliados em uma oficina agrícola com uso de um decibelímetro a partir da origem de emissão dos equipamentos até um raio de 10 metros de distância. As maiores médias de ruído, no interior da oficina, foram equivalentes a 95,81 dB(A) (esmerilhadora manual); 95,03 dB(A) (cortadora de perfil metálico); 92,47 dB(A) (tratores Valmet) e 85,69 dB(A) (marreta em bancada (bigorna)). Com o raio de afastamento, esses equipamentos continuaram a produzir ruído acima do estabelecido pela norma (SILVEIRA et. al., 2007).

Longui et. al. (2009) utilizaram a metodologia de Silveira et. al. (2007) para caracterizar os níveis de ruído de uma fábrica de produção de ração. Comprovou-se que os níveis de ruído foram elevados em todos os equipamentos utilizados (71,3 a 96,6 dB(A)), diminuindo com o maior raio de afastamento.

Silveira et. al. (2007) e Longui et. al. (2009) comprovaram que os níveis de ruído foram elevados em todos os equipamentos utilizados, diminuindo com o maior raio de afastamento. Recomendaram utilizar medidas de controle como isolamento da fonte de emissão de ruído para controlar seus níveis.

Fiedler et. al. (2008) realizaram uma avaliação ergonômica em relação ao ambiente de trabalho em atividades de poda de árvores (trabalho tipicamente pesado), onde encontraram valores de ruído variando de 64 a 103 dB(A) mostrando a variabilidade de valores que os níveis de ruído podem apresentar em uma mesma atividade.

Para máquinas de colheita florestal, foram mensurados níveis de ruído nas cabines destas, onde foi medido um nível de ruído de 80 dB(A) para a cabine do “feller-buncher” parado, com ar condicionado ligado e motor em

máxima rotação. Quando se acionava o disco de corte, o nível de ruído chegou a 89 dB(A), segundo Minette et. al. (2007).

Em uma indústria de erva-mate, na região centro-sul do Estado do Paraná, os níveis de ruído na atividade de “malhador” foram superiores aos demais setores da atividade e estava acima do tolerado pela legislação (LOPES et. al., 2006).

2.5 “LAYOUT” DO PROCESSO PRODUTIVO

“Layout” na literatura inglesa é o termo que designa arranjo físico em português. Segundo Correa e Correa (2008), é a maneira pela qual os recursos que ocupam espaço dentro de uma operação encontram-se dispostos fisicamente. Existem três tipos básicos de arranjos físicos: por processo ou funcional – agrupam recursos com função ou processo similar; por produto ou em linha – a ordem lógica para arranjar a posição relativa dos recursos é a sequência de etapas do processo de agregação de valor; e posicional – caracteriza-se pelo material ou pessoa processado pela operação, sendo os recursos que se deslocam até o operador.

O arranjo físico deve ser planejado para qualquer lugar onde houver movimentação de materiais, informações, pessoas e equipamentos. Indica como os processos vão fluir, aparência e forma dos locais de trabalho. Um arranjo físico mal dimensionado pode afetar fluxos excessivamente longos e confusos, estocagem desnecessária de materiais, formação de filas e, conseqüentemente, um aumento nos custos de produção (COSTA, 2008).

Um layout ergonômico oferece um posicionamento e orientação de locais de trabalho individual em um determinado espaço de trabalho facilita o fluxo de trabalho; a cooperação entre pessoas internas e externas ao empreendimento; garante a privacidade necessária dos setores de trabalho; assegura a iluminância necessária que a tarefa demanda, uniformemente em todos os setores e sem reflexo; não possibilita a ocorrência de calor ou frio drásticos; e permite acessos livres e seguros as estações de trabalho (MARMARAS e NATHANAEL, 2006).

Segundo Garotti (2006), o usuário só é levado em consideração no projeto de arranjo físico em relação ao quantitativo necessário para o funcionamento do processo produtivo e, também, para determinação da estimativa da área necessária para determinação do espaço de trabalho, somente como uma variável matemática, não considerando aspectos ergonômicos e organizacionais.

Sabe-se que os recursos de muitas organizações são destinados primeiramente a equipamentos e instalações físicas e, que, grande parte dos custos de produção estão relacionados ao material, às pessoas ou ao fluxo de trabalho. A importância da distribuição física de uma empresa é reforçada pelas consequências em longo prazo das decisões e do custo de re-projetar a planta. Assim, um layout inicial correto é fundamental para a efetividade e eficiência operacional de uma empresa (URBAN, 1989, apud TOTORELLA e FOGLIATTO, 2008).

Fiedler et. al. (2009) estudaram a conformação da distribuição física das máquinas, comumente utilizadas nas marcenarias do sul do Estado do Espírito Santo, propondo novos “layouts” do processo produtivo da atividade de produção de móveis, tendo pontuado a dificuldade de movimentação de peças, devido ao mau posicionamento de máquinas e colunas nos galpões, falta de rampas e desnivelamento de pisos. Recomendaram pequenas mudanças devido às marcenarias analisadas serem de pequeno porte e inviáveis às mudanças drásticas no processo produtivo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 REGIÃO DE ESTUDO

Os dados da pesquisa foram coletados no galpão de produção da empresa LP Ferramentas Agrícolas S.A. (Fazenda São Bento), que se localiza na região montanhosa do Espírito Santo, no município de Marechal Floriano ($24^{\circ}46' S$, $40^{\circ}40'58'' W$), distrito de Araguaia, a 850 m de altitude (Figura 1). A precipitação média no município de Marechal Floriano é de 1.572,2 mm. O clima predominante é o tropical de altitude e com temperatura média de $17,5^{\circ}C$, máxima de $32^{\circ}C$ e mínima de $3^{\circ}C$ (ANA, 2010).

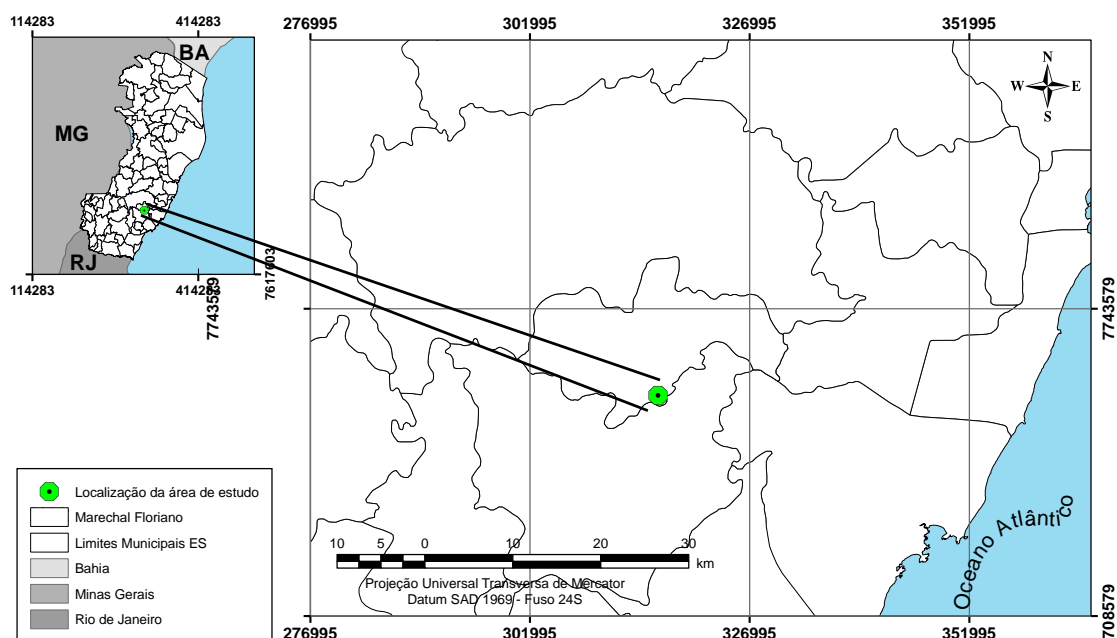





Figura 1. Localização da área de estudo, em Marechal Floriano – ES, distrito de Araguaia.

3.2 DESCRIÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO

As avaliações foram feitas nos postos de trabalho durante o processo de produção das ferramentas da empresa (Tabela 1).

Tabela 1. Atividades que compõem o processo de produção de ferramentas florestais da empresa LP Ferramentas Agrícolas S.A.

	Atividades	Descrição
AC1		<p>O operador mede a barra de aço e a secciona, com o uso da máquina de corte. A lâmina de corte da máquina fica perpendicular a barra de aço e serve para reduzir o comprimento da barra de aço para o tamanho correto da ferramenta.</p>
AC2		<p>O operador mede a barra de aço e a secciona, com o uso da máquina de corte. A lâmina de corte da máquina fica paralela à barra de aço e serve para reduzir a largura da lâmina de aço para o tamanho correto da ferramenta.</p>
RO		<p>Nesta atividade, faz-se a extremidade da barra de aço adquirir formato cilíndrico para encaixe do cabo da ferramenta. Primeiro a barra de aço é aquecida e prensada de forma que fique cilíndrica. Contêm as seguintes máquinas: três “forjadoras” que aumentam as dimensões da barra de aço em comprimento e quatro “prensas” excêntricas que modelam a superfície de aço em formas cilíndricas.</p>

Nota: Área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2) e região do orvado (RO).

Continua...

Tabela 1. Continua

SO



É um processo que visa à união localizada de materiais de forma permanente. A solda é utilizada para unir a superfície cilíndrica da peça feita na região do orvado.

AV



Etapa utilizada para fazer superfícies curvas no maior comprimento da barra de aço (Ex.: faz a angulação da foice). Utiliza as seguintes máquinas: duas “prensas” e uma marcadora.

AF



Máquinas que, por pancadas sucessivas aplicam pressão sobre as peças. É utilizada para alongar (“esticar”) as dimensões da barra de aço em seu comprimento. Ao todo, nesta etapa são utilizadas três prensas, três forjadoras e uma marcadora.

Nota: Soldagem (SO), área de viragem (AV) e área da forjadora (AF).

Continua...

Tabela 1. Continua

AM



Depois de forjada, a peça é marcada, ou seja, por pancadas sucessivas aplicam pressão sobre as peças para fazer um melhor acabamento de sua superfície (alisamento). Ao todo, nesta etapa são utilizadas quatro marcadoras.

TE



As peças são aquecidas em fornos e em seguida são imersas em banho de óleo frio, potencializando a durabilidade e resistência à superfície de corte da peça. Na têmpera, o trabalhador fica com a peça diretamente sobre fogo (têmpera aberta), em seguida, golpeia com uma marreta sobre a peça em cima de uma bigorna.

ES



Máquina utilizada para afiar as lâminas das peças em geral e acabamentos finais dos cabos de facas. Ao todo são onze esmeris e trabalham um ou dois acertadores por máquina.

Nota: Área da marcadora (AM), têmpera (TE) e esmeril (ES).

Continua...

Tabela 1. Continua

IC



Fase em que é acrescida a lâmina de corte (faca, facão e cutelo) à superfície para pega.

EV



Mesa de acabamento final, onde as peças são envernizadas e é afixado o emblema da empresa.

Nota: Inserção de cabos (IC) e Envernizamento (EV)

Com auxílio de uma trena, foram mensuradas nas máquinas a altura e dimensões das bancadas e do local de acionamento das máquinas.

Normalmente, a sequência de produção é a seguinte: área de corte 1, área de corte 2, região de orvado, soldagem, área de viragem, área da forjadora, área da marcadora, esmeril (afiação), têmpera, esmeril (acabamento), colocação de cabo (cutelo, facas e facão) e envernizamento.

A jornada de trabalho se faz de segunda a sexta-feira, com entrada acontecendo às 7 horas, pausa de 5 minutos pela manhã (8 horas e 30 minutos), pausa para almoço de 11 às 12 horas e 15 minutos, pausa de 5 minutos à tarde (14 horas e 30 minutos) e finaliza às 17 horas.

O Apêndice 2 mostra o layout original do galpão de produção de ferramentas.

3.3 DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS

Ferramenta é qualquer objeto de que o ser humano se serve aplicando sua força física como fonte de energia, o qual entrará em contato direto com o material trabalhado, para a execução de um serviço específico ou para levar a efeito uma ação mecânica (GUIMARAES, 2010).

As ferramentas são produzidas com uso de matéria prima feita de barras de aço de carbono. Ao todo são confeccionadas 39 ferramentas diferentes pela LP Ferramentas Agrícolas S.A. (Figura 2, 3 e 4).

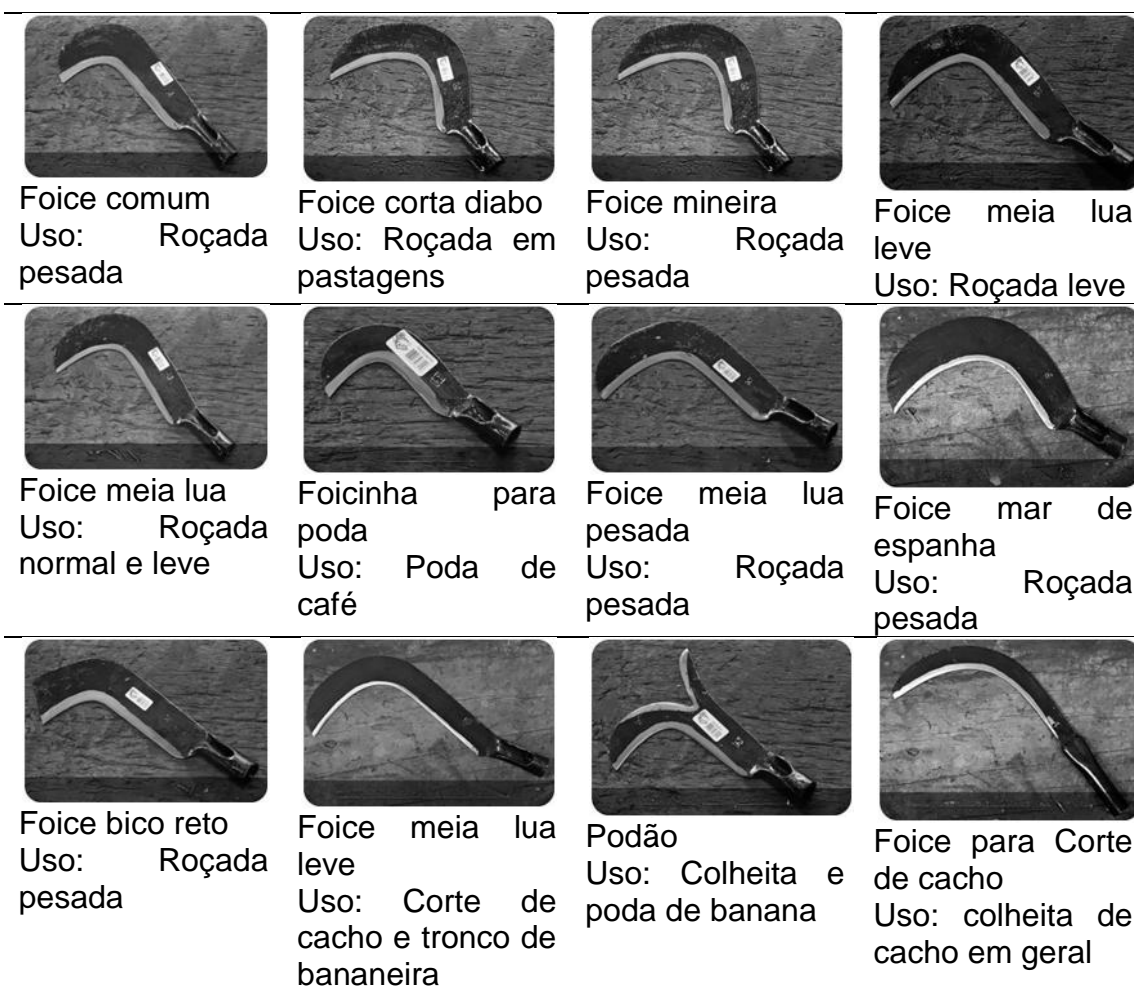


Figura 2. Tipos de ferramentas produzidas pela Empresa.


			
Foicinha para poda 2 Uso: Poda de café mais pesada	Cavadeira goiva Uso: Geral no solo	Cavadeira para plantio Uso: Plantio de hortaliças e jardins	Cavadeira reta Uso: Geral no solo
			
Cavadeira articulada Uso: Buracos para cerca	Cavadeira goiva com cabo de ferro Uso: Geral no solo	Cavadeira para corte de cacho (sacho) Uso: colheita de cacho em geral	Cavadeira Reta com Cabo de Ferro Uso: Geral no solo
			
Enxada Uso: Capina geral	Enxadão Uso: Coveamento e arrancar ervas dos pastos	Enxó com cabo modificado Uso: Geral em madeira	Machado Uso: Corte de madeira pesada
			
Machadinha Uso: Empilhamento de eucalipto	Machado para corte de Cacho Uso: Colheita de cacho em geral	Estrovenga Uso: Roçada mais pesada, em baixo de lavouras ou plantações.	Biscol Uso: Roçada leve, em baixo de lavouras ou plantações

Figura 3. Tipos de ferramentas produzidas pela Empresa.












			
Lâmina para roçadeira Uso: Roçada mecanizada	Cutelo para banana Uso: Corte de tronco de banana	Podão desbrota Uso: Para desbrota	Podão Uso: Para poda de cacau
			
Picareta Uso: Geral	Chibanca Uso: Geral	Rinete Uso: Casqueamento de animais	Rinete Reto Uso: Casqueamento de animais
			
Cutelo Uso: Uso geral	Facas P, M e G Uso: Geral	Facão de 12", 14", 16", 18"	

Figura 4. Tipos de ferramentas produzidas pela Empresa.

3.4 COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados no período de maio 2010 a janeiro de 2011 no galpão de produção de ferramentas, durante a jornada de trabalho dos funcionários. Em maio de 2010, foram feitas a análise antropométrica e a aplicação do questionário (entrevistas). Em Junho de 2010, procedeu-se a medição das máquinas e desenho da planta baixa do galpão de produção. Em janeiro de 2011, foram coletados os dados de ambiente de trabalho simultaneamente: conforto térmico, ventilação, iluminação e ruído.

3.5 FATORES HUMANOS E CONDIÇÕES DE TRABALHO

Os fatores humanos dos trabalhadores foram caracterizados com o uso de um questionário estruturado, aplicado em forma de entrevista individual no

próprio local de trabalho. As entrevistas permitiram conhecer os fatores humanos do trabalhador (tempo na empresa, idade, peso e escolaridade), as condições gerais de trabalho (atividades diárias extras, os tipos de pausas do trabalho, as preferências e o índice de faltas mensais), as condições de saúde (problemas de saúde originados do trabalho, afastamentos por motivo de doenças, horas de sono diárias e a incidência de cansaço ao iniciar a jornada de trabalho), o treinamento, bem como a segurança no trabalho (uso de EPI's, acidentes ocorridos e a parte do corpo atingida, inexistência de acidentes devido à proteção pelos EPI's e operação ou situação de maior perigo). O Apêndice 2 apresenta as perguntas aplicadas no questionário estruturado.

Cada trabalhador foi entrevistado individualmente e, após o término de seu depoimento, este era responsável em convocar o próximo funcionário para responder ao questionário.

Aos 37 trabalhadores entrevistados, foi entregue um termo de consentimento livre e esclarecido que indicava como seriam utilizados seus dados, conforme VOSNIAK (2009) em atendimento à Resolução N° 196/96 da CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), que deve ser considerada em estudos que envolvam seres humanos como sujeito ou população (Anexo 1).

3.6 PERFIL ANTROPOMÉTRICO

O perfil antropométrico dos trabalhadores foi tomado por meio de medidas estáticas e dinâmicas do operador, utilizando duas fitas métricas, balança e formulários para anotação das medidas (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros antropométricos sua utilização e percentil indicados para aplicação dos dados antropométricos (FONTE: MINETTE, 1996)

Variável antropométrica	Utilização	Percentil indicado (%)
Altura do nível dos olhos	Dimensões do ângulo superior e inferior de visibilidade	5
Altura do ouvido	Dimensões do suporte de audíofones (por diferença da estatura do trabalhador)	5 – 95
Altura do punho	Limite inferior proximal da mão, em oposição à extremidade do dedo médio, especifica os diferentes alcances inferiores	5
Altura do joelho na rótula	Altura das obstruções ao nível do joelho	5
Altura do tórax	Definição da altura máxima de comandos a serem acionados frontal e ou lateralmente	5
Altura do umbigo	Localização da altura de obstruções frontais ao nível do abdômem	5
Altura do mento	Em diferença com a altura do topo da cabeça, permite dimensionar capacetes	5 – 95
Altura do ombro	Definição da limitação à visibilidade com o ombro	5
Altura do cotovelo	Definição para altura de bancadas e consoles para o trabalho	5 – 95
Altura entrepernas	Definição da altura de obstáculos ao nível do púbis	5
Alcance inferior máximo até a extremidade do dedo médio	Altura inferior máxima de comandos	5
Alcance frontal da mão em pega empunhadura	Comandos a serem empunhados	5
Alcance frontal do antebraço, até a extremidade do dedo médio	Dimensões para diferentes alcances frontais e distância horizontais	5
Largura da mão no polegar	Largura mínima para introdução da mão no cabo da ferramenta	95
Largura da mão fechada	Profundidade mínima para introdução da mão no cabo da ferramenta	5 – 95
Comprimento da mão na extremidade do dedo médio	Dimensões de luvas	5 – 95
Comprimento dos braços abertos	Dimensões do alcance máximo dos comandos	5

Os dados antropométricos foram analisados por intermédio do cálculo de percentis, que é definido por Serrano (1996), como uma separatriz que divide a distribuição da frequência ordenada em 100 partes iguais. No cálculo dos percentis, utilizou-se a equação 1:

$$P_i = \left(\frac{i}{100} \right) N \quad (1)$$

em que:

“i” = percentil desejado e

“N” = total da frequência acumulada (número total de pessoas da amostra).

As dimensões dos EPIs apresentam-se na Tabela 3.

Tabela 3. Dimensionamento de EPI

EPI	Dimensionamento	Percentil indicado (%)
Protetor auricular de concha	Estatuta menos altura do nível do ouvido	95
Máscara respiradora	Altura do nível dos olhos menos a altura do mento	95
Luvas	Largura da mão no polegar e comprimento da mão na extremidade do dedo médio	95
Calças	Altura entrepernas	5 e 95
Camisa	Altura dos ombros menos altura dos punhos	95

A área de alcance ótimo sobre a mesa foi traçada, girando-se os antebraços em torno dos cotovelos com os braços caídos normalmente. A parte central, situada em frente ao corpo, fazendo a interseção com os dois arcos, será ótima para se usar as duas mãos. A área de alcance máximo foi obtida fazendo-se girar os braços estendidos em torno do ombro (Figura 5).

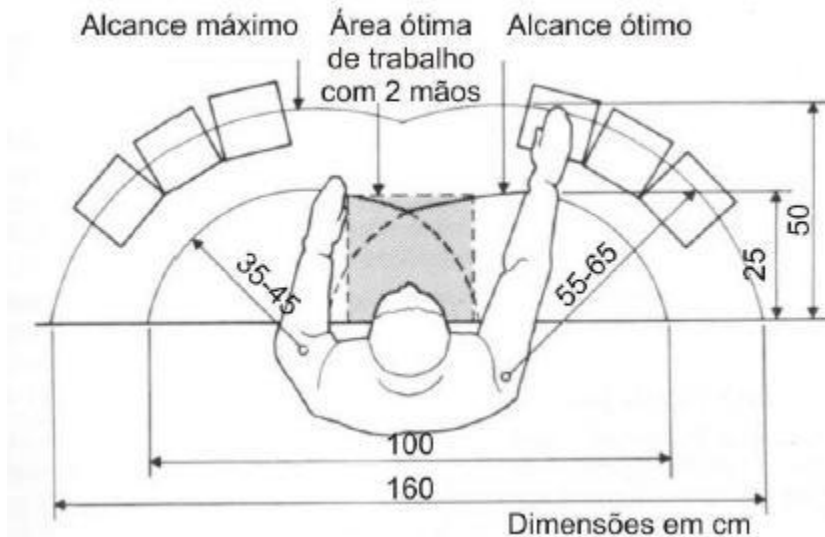


Figura 5. Área de alcance ótimo e máximo sobre a mesa (FONTE: IIDA, 2005).

3.7 AMBIENTE DE TRABALHO

3.7.1 Procedimento estatístico

Inicialmente, fez-se um estudo piloto para definir o tamanho mínimo das amostras dos dados a serem utilizados na pesquisa. Esses dados foram analisados por meio da equação 2, proposta por Conaw (1977).

$$n \geq \frac{t^2 s^2}{e^2} \quad (2)$$

em que:

“n” = número mínimo de amostras necessárias;

“t” = valor tabelado a 10% de probabilidade (distribuição t de Student);

“s” = desvio padrão da amostras; e

“e” = erro admissível a 10% em torno da média.

Os resultados obtidos por meio dos níveis de conforto térmico, ventilação, iluminação e ruído, foram submetidos a uma análise de variância no delineamento inteiramente casualizado. As médias que apresentaram

diferenças estatísticas significativas foram comparadas pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade.

3.7.2 Conforto térmico

As condições climáticas do ambiente de trabalho foram avaliadas com o uso de um termômetro digital de IBUTG da marca METERSONICS e modelo hs – 3600 (Figura 6).

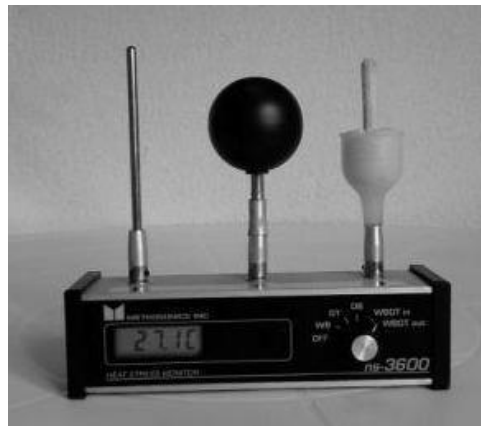


Figura 6. IBUTG (Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo) utilizado na coleta de dados.

Pela NR-15, anexo 3, a exposição ao calor deve ser avaliada com base no "Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo" – IBUTG, definido pelas equações 3 e 4.

$$\text{Ambientes sem carga solar: IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg} \quad (3)$$

$$\text{Ambientes com carga solar: IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,1 \text{ tbs} + 0,2 \text{ tg} \quad (4)$$

em que:

“tbn” = temperatura de bulbo úmido natural;

“tg” = temperatura de globo; e

“tbs” = temperatura de bulbo seco.

Como se trata de um galpão, utilizou-se a fórmula para ambientes internos e sem carga solar (equação 3).

As medições foram efetuadas por hora nas atividades de produção de ferramentas no local onde permanece o trabalhador de 8 às 17 horas. Os valores obtidos foram anotados em planilhas e, posteriormente, comparados com os valores máximos permitidos pela legislação (Tabela 4).

Tabela 4. Regime de trabalho devido ao tipo de atividade (FONTE: NR-15 – ANEXO 3. SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 2009)

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
O trabalho não é permitido, sem a adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

A determinação do tipo de atividade (Leve, Moderada ou Pesada) foi feita consultando-se a Tabela 5. Esta também indica o consumo de quilocalorias disponibilizadas por hora para sustentar uma atividade específica.

Tabela 5. Taxas de metabolismo por tipo de atividade (FONTE: NR-15 – ANEXO 3. SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 2009)

TIPO DE ATIVIDADE	Kcal/h
SENTADO EM REPOUSO	
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

3.7.3 Ventilação

Os dados de ventilação foram medidos a cada hora nos postos de trabalho especificados. Foi utilizado um anemômetro digital modelo MDA – II e marca Minipa para medir a velocidade do vento em cada atividade do processo de produção de ferramentas (Figura 7).



Figura 7. Anemômetro digital utilizado na coleta de dados.

Segundo a NR-17, para atividades leves, a velocidade máxima do vento deve ser de 0,8 m/s e para ambientes com fontes de calor ou trabalhos pesados, essa velocidade pode subir até 1,5 m/s.

3.7.4 Iluminância

A iluminância foi avaliada por meio de um luxímetro digital portátil modelo TES1332A (Figura 8).



Figura 8. Luxímetro digital portátil utilizado na coleta de dados.

As medições foram feitas sistematicamente a cada hora nas atividades de produção de ferramentas, na altura da bancada onde cada trabalhador manipula a máquina em questão, conforme NBR 5413/92, sendo utilizadas planilhas previamente elaboradas para a obtenção dos dados.

Segundo a NBR 5413/1992, para usinas de aço que trabalham com forjadoras e salas de máquinas é necessário uma iluminação mínima entre 150 a 300 lux.

3.7.5 Ruído

O ruído foi medido por hora durante toda a jornada de trabalho com o uso de um decibelímetro digital de marca Instrutherm, modelo DEC – 460 (Figura 9), no circuito de resposta lenta (slow) e curva de ponderação “A”, com

sensor posicionado próximo ao ouvido do trabalhador, enquanto operava a máquina.



Figura 9. Decibelímetro digital.

Os limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente devem obedecer à Tabela 6, conforme a Norma NR-15 (SEGURANÇA e MEDICINA DO TRABALHO, 2009).

Tabela 6. Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente (FONTE: NR-15 – ANEXO 1)

Nível de ruído dB(A)	Máxima exposição diária permissível	Nível de ruído dB(A)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas	98	1 hora e 15 minutos
86	7 horas	100	1 hora
87	6 horas	102	45 minutos
88	5 horas	104	35 minutos
89	4 horas e 30 minutos	105	30 minutos
90	4 horas	106	25 minutos
91	3 horas e 30 minutos	108	20 minutos
92	3 horas	110	15 minutos
93	2 horas e 40 minutos	112	10 minutos
94	2 horas e 15 minutos	114	8 minutos
95	2 horas	115	7 minutos
96	1 hora e 45 minutos		

3.8 “LAYOUT” DO PROCESSO PRODUTIVO

Para adequação do processo produtivo, os postos de trabalho foram dimensionados e as máquinas alocadas para confecção da planta baixa do galpão de produção de ferramentas. Além disso, avaliou-se a sequência lógica de trabalho dos operadores por atividades em relação ao posicionamento no galpão.

Essa análise foi utilizada para proposta de intervenção e elaboração de um “layout” adequado, respeitando as especificações do fluxo de produção. Para essa análise, foi utilizado o software AutoCAD 2007.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 FATORES HUMANOS E CONDIÇÕES DE TRABALHO

4.1.1 Dados gerais dos trabalhadores

Dos 40 empregados que trabalham dentro do galpão de produção da empresa, foram entrevistados 37. Destes, 54,1% são de origem rural, naturais do Espírito Santo (76%), da Bahia (15%); de Minas Gerais (6%) e de Pernambuco (3%). Todos possuem contrato efetivo e 68% possuíam casa própria. Quanto ao estado civil, 64% dos trabalhadores são casados e 64% possuem filhos.

Quanto à escolaridade dos trabalhadores, nenhum era analfabeto, 57% têm ensino fundamental incompleto; 12% possuem ensino fundamental completo; 17% ensino médio incompleto e 14% ensino médio completo. A permanência de trabalhadores do sexo masculino e com baixo nível de escolaridade demonstra que o trabalho é tipicamente pesado e demanda baixa especialização para produção.

4.1.2 Horário de trabalho

A jornada de trabalho se faz de segunda a sexta-feira, o horário da entrada acontece às 7 horas, tem uma pausa de 5 minutos pela manhã (8 horas e 30 minutos), pausa para almoço de 11 às 12 horas e 15 minutos, pausa de 5 minutos a tarde (14 horas e 30 minutos) e finaliza às 17 horas.

Os entrevistados fazem as funções de forjador (27%); acertador (24%); auxiliar de têmpera (13%); marcador (11%); encarregado de produção (5%); soldador (5%); cortador de aço (3%); virador de metais (3%); auxiliar de orvado (3%); responsável pelo almoxarifado (3%); e envernizador (3%).

Em média, trabalham na empresa há 7,4 anos e recebem 1,4 salário mínimo (R\$ 734,4), equivalente na época a R\$ 510,0 (US\$ em 1,7 em 27/01/11).

Existe uma alta rotação de trabalhadores dentro da empresa, devido à baixa valorização pelo trabalho realizado (salário pago). Dos avaliados, 46% fazem hora extra quando necessário e 30% gostariam de alterar seu horário de trabalho.

Em media, residem a 3,3 km de distância do galpão da empresa, sendo que 81% deslocam-se por meio de transporte próprio (motocicletas ou bicicletas) e 19% a pé ou de carona.

4.1.3 Características da função

Dos avaliados, 70% já trabalharam em outras empresas e os motivos escolhidos pelos trabalhadores para desempenhar suas funções na empresa em questão são mostrados na Figura 10.

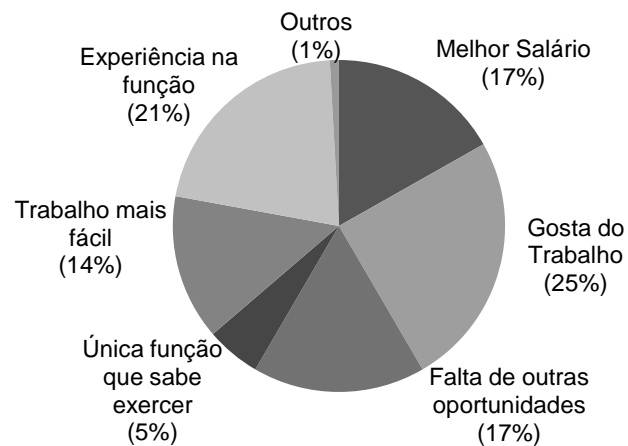


Figura 10. Citações apontadas pelos trabalhadores como motivos para desempenhar suas funções na empresa.

Quanto aos motivos que levaram os trabalhadores a escolherem suas funções, os itens mais citados foram gostar do trabalho que desempenha (25%) e experiência anteriores nas funções exercidas (21%), indicando que os tem preferência em trabalhar nestas atividades.

A Tabela 7 indica as atividades e máquinas em que os trabalhadores têm maior e menor preferência, facilidade, perigo e cansaço.

Tabela 7. Atividades e máquinas de maior e de menor preferência, facilidade, perigo e cansaço

	< Pr. (%)	> Pr. (%)	> Fa. (%)	> Di. (%)	< Pe. (%)	> Pe. (%)	< Ca. (%)	> Ca. (%)
FO	3	24	3	43	3	13	-	20
SO	3	14	14	7	3	-	4	3
MA	3	14	14	7	14	-	8	7
ES	36	8	10	20	3	57	-	40
MM	30	8	-	3	-	3	4	-
TE	-	14	7	13	9	7	20	13
OR	12	3	-	7	-	7	-	7
CA	-	3	7	-	6	-	8	-
IC	-	3	3	-	3	-	-	-
EM	-	3	7	-	6	-	8	-
TO	-	3	-	-	-	13	4	7
NE	-	3	-	-	-	-	-	-
EN	12	-	35	-	50	-	40	-
LI	-	-	-	-	3	-	4	-
SG	-	-	-	-	-	-	-	3
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Nota: < Pr. (menor preferência); > Pr. (maior preferência); > Fa. (maior facilidade); > Di. (maior dificuldade); < Pe. (menor perigo); > Pe. (maior perigo); < Ca. (menor cansaço); e > Ca. (maior cansaço). Em que: FO (forjadora); SO (soldagem); MA (marcadora); ES (esmeril); MM (manutenção de máquinas); TE (têmpera); OR (orvado); CA (cortar aço); IC (inserção de cabos); EM (embalar); TO (todas); NE (nenhuma); EV (envernizamento); LI (limpeza); e SG (serviços gerais).

Na opinião dos entrevistados (Tabela 7), três atividades foram as mais citadas e corresponderam aos maiores percentuais dos itens avaliados:

- A forjadora foi escolhida como a máquina de maior preferência (24%) e ao mesmo tempo, mais difícil de utilizar (43%), de alta periculosidade (13%) e bastante cansativa (20%), pois exige atenção e destreza do funcionário para que a peça seja moldada e fique com as características desejadas. Enquanto a peça esfria, reduz-se a sua trabalhabilidade por diminuir sua dilatação, necessitando grande habilidade do trabalhador nesta máquina;

- O esmeril foi a máquina que causou maiores problemas à atividade de produção de ferramentas devido a sua menor preferência (36%) já que os trabalhadores não se sentem confiantes em manuseá-lo; difícil utilização (20%) exigindo um treinamento específico para se ter um trabalho eficiente; ser a mais perigosa (57%), pois utiliza-se de uma pedra cortante em alta rotação e

sem proteção ao trabalhador; e a mais cansativa (40%). Durante toda a atividade, o operador trabalha em posições incômodas e é altamente exigente em força física; e

- A atividade de envernizador é de grande facilidade (35%), menos perigosa (50%) e menos cansativa (40%) pelo fato de não utilizar máquinas e exigir pouca força física, mas é uma atividade perigosa ao trabalhador por estar diretamente exposto à presença de aerodispersóides contidos no verniz que podem provocar dores de cabeça.

Quando perguntados se realizam serviços que não pertencem a sua função, mais da metade dos trabalhadores responderam que sim (51%) e sentem bem nessas funções (80%), como: cortar aço (46%); acertar peças no esmeril (15%); carregar caminhão com encomendas (15%); utilização da marcadora (8%); manutenção de máquinas (8%); e forno da têmpera (8%).

Em relação ao tipo de atividade, os trabalhadores a consideram como moderada (45%), leve (24%), pesada (21%) e extremamente pesada (10%). Todas as pausas da atividade são programadas e o ritmo de trabalho é regulado pelos próprios trabalhadores (92%).

Preocupante é que 72% dos trabalhadores sentem muito cansaço físico após o trabalho e 63% têm vontade de mudar de função dentro da empresa.

Na Figura 11, apresentam-se os motivos que levam a um negativo rendimento no trabalho, segundo entrevista aos funcionários.

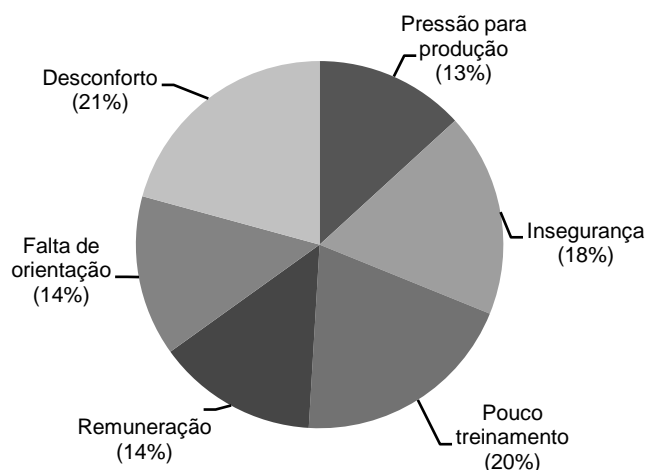


Figura 11. Principais motivos que contribuem para um baixo rendimento no trabalho.

Quando não se trabalha confortavelmente (21%), não se consegue uma eficiência em produtividade porque o trabalhador está preocupado em assumir posições para se adaptar à função de desconforto, enquanto o tempo perdido poderia ser revertido em trabalho. Um trabalhador destreinado (20%) não mantém uma sustentabilidade na produção, pois ainda precisa se moldar a função e não tem confiança no trabalho desenvolvido (Figura 11). O treinamento indica as melhores maneiras de atuar com máquinas e como atuar no posto de trabalho.

Os entrevistados só faltam ao trabalho se houver necessidade (78%) ou nunca faltam (22%). Estão satisfeitos com o trabalho que desempenham (89%) e o restante, pouco satisfeitos.

4.1.4 Hábitos, costumes e vícios

Quanto aos vícios, 10% dos funcionários têm o vício de fumar, metade consome bebidas alcoólicas (56%), com a periodicidade de: sábado e domingo (43%), ocasiões especiais (33%), sábado ou domingo (14%) e todos os dias (10%).

Em média, os trabalhadores dormem 7,9 horas e consideram suficientes (78%). No entanto, 24% sentem sono durante o trabalho.

A empresa não fornece lanches. As refeições consumidas normalmente pelos trabalhadores são: café da manhã (78%), lanche da manhã (70%), almoço (100%), lanche da tarde (84%), jantar (97%) e lanche da noite (16%). Bebem cafezinho (89%) e a água consumida é originária de nascente e é tratada.

4.1.5 Saúde

Foram relatados alguns problemas de saúde (35%), como dor nas costas e problemas de coluna (37%); problemas de estômago/gastrite (14%) e rinite/alergia (14%); problemas neurológicos (7%); enxaqueca (7%); diabetes (7%); insônia (7%); e falta de ar (7%).

Apenas 14% dos trabalhadores citaram que se submeteram a exames pré-admissionais antes de ingressar na empresa. Alegaram que sentem dores nas regiões dos olhos (27%) decorrentes: do calor dos fornos (33%), poeira do esmeril (33%), soldar (17%) e forjar (17%). Seus olhos irritam-se normalmente (41%) devido à presença de poeira e pó em suspensão (50%); fumaça (18%), excesso de claridade (8%), fagulhas que chegam aos olhos (8%), solda (8%) e problemas de visão (8%).

A Figura 12 mostra as partes do corpo em que os trabalhadores alegaram sentir mais dor.

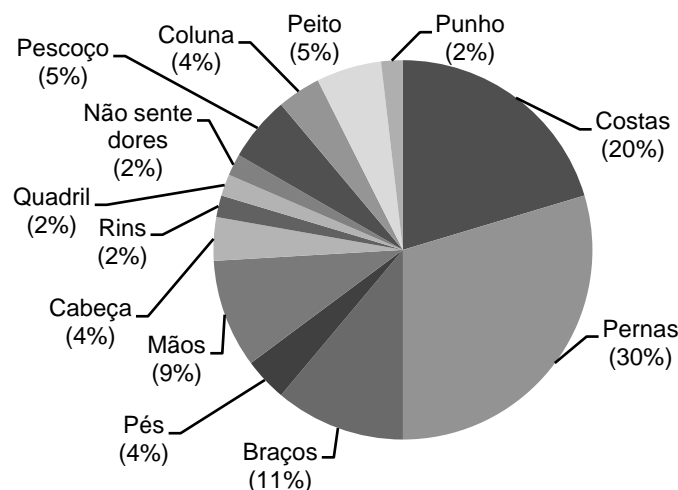


Figura 12. Partes do corpo em que o trabalhador sente mais dor.

As partes do corpo em que os entrevistados mais reclamaram foram pernas (30%), costas (20%), braços (11%) e mãos (9%). As dores citadas são decorrentes de um trabalho com postura inadequada que força a produzir em uma situação desconfortável e maléfica para sua compleição física. Devem-se utilizar bancos para intercalar o trabalho em pé com trabalho sentado e diminuir o esforço dos membros inferiores.

Dos trabalhadores entrevistados, 16% têm dificuldades para ouvir e 6% têm dores de ouvido. Problemas respiratórios são percebidos por 22% dos trabalhadores.

Acidentes já acometeram 22% dos funcionários, principalmente na região dos dedos (72%), joelho (14%) e costela (14%). Decorrentes do descuido de sua parte (26%); falta de conhecimentos sobre a operação (12%); falta de EPIs (12%); falta de conhecimento sobre o equipamento (12%); cansaço (12%); outros – falta de sinalização do risco nas máquinas e cobrir a atividade do colega em falta (12%); pressão para que o trabalho seja rápido (7%); e entulhos no local de trabalho (7%).

4.1.6 Equipamentos de proteção individual

Segundo os trabalhadores, a empresa fornece todos os EPIs, exige que estes sejam utilizados e promove sua reposição de maneira adequada. Foi de consenso a necessidade de utilização de EPIs.

Para 81% dos trabalhadores, os EPIs são suficientes para prevenção de acidentes. A Tabela 8 indica a opinião dos trabalhadores a respeito dos EPIs que consideram mais importantes, não necessários e mais incômodos.

Tabela 8. Opinião dos trabalhadores sobre os EPIs

EPIs	Mais importantes (%)	Não consideram necessários (%)	Mais incômodo (%)
Óculos	13	15	11
Luva	13	-	-
Protetor auricular	32	-	26
Respirador	39	15	37
Botina	3	-	-
Avental	-	70	26
Total	100	100	100

Segundo os trabalhadores (Tabela 8), os EPIs mais importantes são o respirador (39%), por diminuir a inalação de partículas em suspensão e o protetor auricular (32%) para salvaguardar sua audição.

O avental é considerado desnecessário (70%) e incômodo (26%); a pressão causada pelo protetor auricular de concha também foi citada como desconfortável (26%). O mais torturante dos EPIs considerados pelos entrevistados é o respirador (37%), este se fixa ao rosto por meio de dois elásticos e faz pressão sobre a região do nariz.

O simples uso do EPI deixou de causar acidente em 51% dos trabalhadores. Destes, 55% foram protegidos pela luva, 40% pelos óculos e 5% pela botina. Foram evitados cortes na mão (38%); entrar fagulha e poeira nos olhos (28%); queimaduras (14%); cair peças pesadas nos pés (5%); esmagamento por pressão da marcadora (5%); ser atingido por pedaços de aço (5%); e rebote da marreta ao rosto (5%).

Consideraram seu trabalho perigoso 31% dos trabalhadores e as máquinas que lhes causam mais medos de acidentes são: esmeril (59%); forjadora (18%); marcadora (11%); região de orvado (4%); têmpera (4%); e cortar aço (4%).

4.1.7 Treinamento

O treinamento foi executado depois de certo tempo que já exerciam a função (90%). Foi ministrado por meio dos próprios colegas de trabalho (89%). Para 97% dos funcionários, o treinamento foi considerado importante.

Os trabalhadores gostariam de receber mais treinamentos para aperfeiçoamento de suas funções (62%), principalmente como forjador (38%), soldador (34%) e acertador – esmeril (28%).

Em relação à periodicidade de supervisão da gerência, na opinião dos entrevistados, 71% consideram que sempre recebem orientação sobre a melhor forma de execução do trabalho, para 13% dificilmente acontecem supervisão, 10% nunca recebem orientação e 6% recebem pouquíssima orientação. Quanto maior o tempo de empresa menor é a orientação recebida, esse fato explica o motivo das orientações serem escassas. Por outro lado, é sempre bom receber orientação, pois demonstra maior cuidado no monitoramento da atividade.

O conhecimento da legislação, comissão interna de prevenção de acidentes (CIPA) e normas de segurança, favorece a difusão das informações, direitos e deveres dentro da empresa, mas 36% dos trabalhadores desconhecem sobre o assunto.

4.1.8 Segurança das máquinas e equipamentos

Para 76% dos trabalhadores, as máquinas e equipamentos são de fácil operação. Para 70%, oferecem boa segurança e possuem dispositivo de proteção.

O posicionamento e/ou distância entre as máquinas ou pessoas da equipe atrapalham a execução das atividades para 31% dos entrevistados. Cerca de 67% consideraram ficar muito próximos, dividindo o mesmo espaço de operação das máquinas.

4.1.9 Ambiente de trabalho

Na análise qualitativa dos níveis de vibração, para 76% dos trabalhadores existe vibração decorrente do uso de máquinas, equipamentos ou ferramentas, sendo considerada excessiva (48%), principalmente na forjadora (40%), marcadora (37%) e esmeril (23%). A área da forjadora e marcadora perfazem 77% das máquinas que mais emitem vibração, na opinião

dos entrevistados. A Figura 13 mostra as partes do corpo mais atingidas pela vibração, segundo avaliação subjetiva feita pelo uso do questionário.

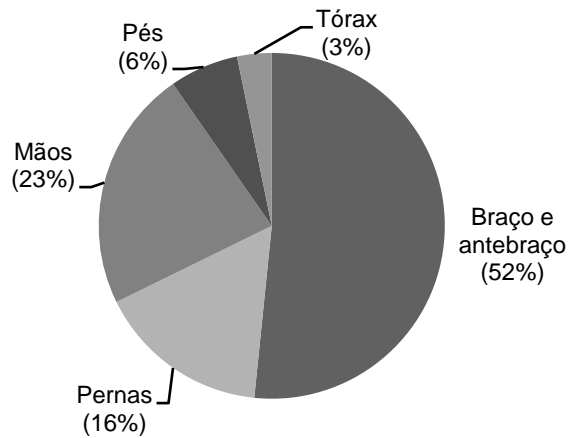


Figura 13. Partes do corpo mais atingidas pela vibração.

As máquinas de martelamento produzem uma pressão muito grande sobre sua bancada para moldar a superfície das peças incandescentes, tanto na forjadora quanto na marcadora. A pressão é repassada da superfície da peça a parte do trabalhador que a conduz. Dessa forma, com base na avaliação subjetiva da vibração apresentada nos questionários, o braço e antebraço (52%) e mãos (23%) são diretamente afetados pela vibração excessiva. Indiretamente, a vibração também é transmitida para a base em que a máquina é fixada e deste repassado aos pés do trabalhador (6%) e as pernas (16%).

Em relação à temperatura, 73% dos entrevistados a consideram excessiva. Quando deficiente, para 89%, influencia o rendimento das atividades negativamente.

O iluminamento (78%) e a ventilação (61%) são avaliados como ideais pelos trabalhadores.

O ruído produzido pelas máquinas é excessivo (76%) e para 19% atrapalha na execução da atividade. O ruído atrapalha a comunicação entre os trabalhadores, causa redução da atenção e aumento de retrabalhos em peças defeituosas e, ainda, predisposição a riscos e acidentes.

Outro problema citado é que existem fortes odores no local de trabalho (70%) e causam problemas (30%) como: falta de ar, dor de cabeça, enjôo, ardência nos olhos, entre outros.

4.2 PERFIL ANTROPOMÉTRICO

Na produção de ferramentas, foram avaliados 35 funcionários do total de 40 trabalhadores, com as medidas antropométricas e sua dispersão (Tabela 9).

Tabela 9. Medidas antropométricas dos trabalhadores e sua dispersão

Parâmetros	Percentis			Média	Desv. Pad.	CV (%)
	5%	50%	95%			
Idade (anos)	19,7	33,0	42,2	30,7	7,7	25,0
Peso (kg)	61,4	75,0	96,0	75,3	11,3	15,1
Estatuta (m)	1,7	1,8	1,9	1,8	5,7	3,2
Altura do nível do olho (m)	1,6	1,7	1,7	1,7	5,7	3,4
Altura do ouvido (m)	1,5	1,6	1,7	1,6	5,8	3,6
Altura do punho (m)	0,8	0,8	0,9	0,8	4,8	5,7
Altura do joelho na rótula (m)	0,4	0,5	0,5	0,5	3,8	7,8
Altura do tórax (m)	1,2	1,3	1,4	1,3	6,3	4,9
Altura do umbigo (m)	1,0	1,1	1,2	1,1	5,8	5,4
Altura do mento (m)	1,5	1,6	1,6	1,5	6,0	3,9
Altura do ombro (m)	1,4	1,4	1,5	1,4	6,2	4,3
Altura do cotovelo (m)	1,0	1,1	1,2	1,1	17,5	16,3
Altura entrepernas (m)	0,7	0,8	0,8	0,8	5,1	6,6

Nota: CV (%) = Coeficiente de Variação em porcentagem

Continua...

Tabela 10. Continua

Parâmetros	Percentis			Média	Desv. Pad.	CV (%)
	5%	50%	95%			
Alcance inferior máximo até a extremidade do dedo médio (m)	0,6	0,7	0,7	0,7	3,4	5,2
Alcance frontal da mão em pega empunhadura (m)	0,4	0,4	0,4	0,4	2,1	5,3
Alcance frontal do antebraço, até a extremidade do dedo médio (m)	0,4	0,5	0,5	0,5	2,6	5,4
Largura da mão no polegar (m)	0,2	0,2	0,2	0,2	1,8	8,6
Largura da mão fechada (m)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	8,0
Comprimento da mão na extremidade do dedo médio (m)	0,2	0,2	0,2	0,2	1,0	5,2
Comprimento do braço, antebraço e mãos até a extremidade do dedo médio (m)	0,8	0,9	0,9	0,9	3,9	4,4
Comprimento dos braços abertos (m)	1,6	1,8	1,9	1,8	7,4	4,2

Nota: CV (%) = Coeficiente de Variação em porcentagem

Verificou-se que os trabalhadores possuem em média 30,7 anos; 1,8 m de altura e 71,3 kg.

Por meio da Tabela 9, foi possível indicar os seguintes EPIs: protetor auricular de concha – dimensões para os percentis 95%, de 0,2 m; máscara respiradora – dimensões para os percentis 95%, 0,1 m; luvas – suas dimensões são 0,2 x 0,2 m; calças – o tamanho de vestimentas inferiores é, respectivamente, para os percentis 5 e 95%, 0,7 e 0,8 m; e camisas – o comprimento máximo de mangas deve ser 0,6 m.

Com base na Tabela 9, foi possível dimensionar para o percentil 5%: altura do nível do olho (1,6 m), que determina o ângulo superior e inferior de visibilidade; altura do ombro (1,4 m) indica o limite de visibilidade lateralmente; altura do punho demonstra os diferentes alcances inferiores (0,8 m); altura máxima entre degraus, obstruções (0,4 m); a altura de pedais para acionamento de máquinas deve ter a metade da altura do joelho na rótula,

sendo de 0,2 m; altura do tórax define a altura máxima de comandos a serem acionados frontalmente ou lateralmente (1,2 m); distância vertical inferior máxima de comandos deve ser de 0,6 m e a distância de comandos a serem empunhados (horizontal) deve ser de 0,4 m.

E com o percentil 95%, recomenda-se que: a largura da mão no polegar indique a largura mínima para introdução da mão dos trabalhadores nos cabos das máquinas e controles do tipo joysticks (0,2 m) e a largura da mão fechada demonstre a profundidade mínima para introdução da mão nos cabos das máquinas (0,10 m).

A altura da bancada para trabalhos leves (inserção de cabos em facas e envernizamento) devem ser a altura do cotovelo subtraído de 0,1 m (IIDA, 2005) para percentil 95% (1,2 m), perfazendo 1,1 m de altura. Os trabalhadores menores devem utilizar de banquetas para chegar à altura da bancada, deve-se ter banquetas com alturas variáveis de no máximo 0,2 m.

A altura das bancadas e consoles para trabalho pesado, deve ser a altura do cotovelo subtraindo 0,3 m (IIDA, 2005), devendo abranger o percentil 95% (1,2 m), sendo de 0,9 m. Para englobar os trabalhadores mais baixos, deve-se utilizar banquetas de alturas variáveis de até 0,2 m de altura.

Os comandos com alta frequência de uso devem estar englobados dentro do semicírculo feito pelo alcance frontal do antebraço até a extremidade do dedo médio (raio), assim, deve-se adotar o percentil 5% (0,40 m), perfazendo uma área ótima de alcance de 0,3 m².

O alcance máximo é feito girando-se o membro superior ao redor dos ombros, neste em que se encontram os comandos e consoles de uso esporádico, utiliza-se o percentil 5% (0,8 m) para que os trabalhadores menores possam manipulá-los sem maiores problemas, perfazendo um semicírculo de 1,0 m² de área.

Fontana e Seixas (2007) avaliaram o alcance ótimo e máximo dos comandos das máquinas florestais utilizadas na extração florestal e comparam com as medidas antropométricas dos operadores de “forwarder” e “skidder”. A distância do cotovelo à extremidade do dedo indicador resulta no alcance ótimo na atividade (percentil 95%- 0,5 m).

A Tabela 10 mostra as dimensões das mesas utilizadas no galpão de produção das ferramentas.

Tabela 11. Dimensões das mesas utilizadas no galpão de produção de ferramentas

Parâmetros	MV1	MV2	ME	MT	MI
Comprimento (m)	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3
Largura (m)	1,0	0,7	0,8	0,8	1,0
Área (m ²)	2,1	1,5	1,8	1,8	2,3
Área de alcance ótimo (m ²)*	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Altura (m)	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0
Altura ideal (m)	1,1	1,1	0,9	0,9	1,1

*Área de alcance ótimo calculado com o semicírculo do alcance frontal do braço até a extremidade do dedo médio (raio) para percentil 5% (0,4 m)
Em que: mesa de envernizamento 1 (MV1), mesa de envernizamento 2 (MV2), mesa do esmeril (ME), mesa da têmpera (MT) e mesa de inserção de cabos (MI)

Durante a jornada de trabalho, os trabalhadores passam muito tempo atuando sobre as superfícies horizontais. Todas as mesas possuem largura e comprimento maiores que o alcance ótimo dos trabalhadores, com isso, precisam se movimentar para percorrer toda a superfície destas.

O estudo antropométrico indicou que, para trabalhos leves, as bancadas devem se posicionar a uma altura de 1,1 m e, para trabalhos pesados, 0,9 m.

Todas as mesas possuem altura de bancada mais baixas que a altura ideal. Mesmo nos trabalhos leves, é de interesse que as mesas se posicionem a altura ideal, pois com o passar do tempo nessas funções, os trabalhadores podem ser acometidos por fadigas.

Conhecendo o perfil antropométrico da população de trabalhadores do pólo moveleiro de Ubá, Silva et. al. (2006) recomendaram as alturas ideais para as bancadas dos postos de trabalho de fabricação de móveis. Para a área de corte, usinagem, lixamento, bancada linha de pintura e embalagem deveriam estar a 1,1 m de altura e todos estes postos estavam abaixo da altura ideal.

Visto que a área de alcance máximo dos trabalhadores equivale a 1 m². Sendo assim, todas as mesas possuem dimensões maiores que o alcance máximo dos trabalhadores, forçando estes a se movimentarem e mudarem de posições durante a utilização destas.

A Figura 14 mostra a área da bancada das máquinas avaliadas e alcance ótimo do operador.

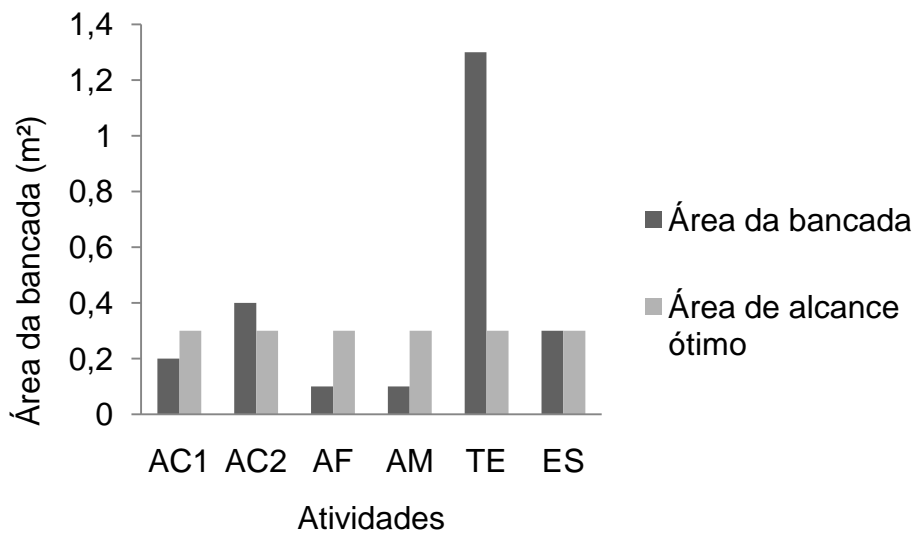


Figura 14. Área da bancada das máquinas avaliadas e alcance ótimo dos operadores, em que área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), área da forjadora (AF), área da marcadora (AM), têmpera (TE) e esmeril (ES).

Todas as máquinas possuem bancadas com áreas dentro dos limites ótimos de alcance dos trabalhadores, exceto na área de corte 2 e na têmpera.

Na têmpera não se utiliza toda a superfície da mesa, pois a atividade se concentra na região central da mesa, onde o operador mantém as peças de aço sobre a superfície do fogo para adquirir resistência e durabilidade. O trabalhador precisa utilizar toda a extensão de seus membros superiores e mesmo assim, promove mudanças de posições para atuar sobre toda a superfície da mesa.

No entanto, além de possuir uma superfície horizontal proporcional ao alcance ótimo dos operadores, é preciso que as bancadas estejam a uma altura ideal. A Figura 15 indica a altura das bancadas das máquinas e altura ideal.

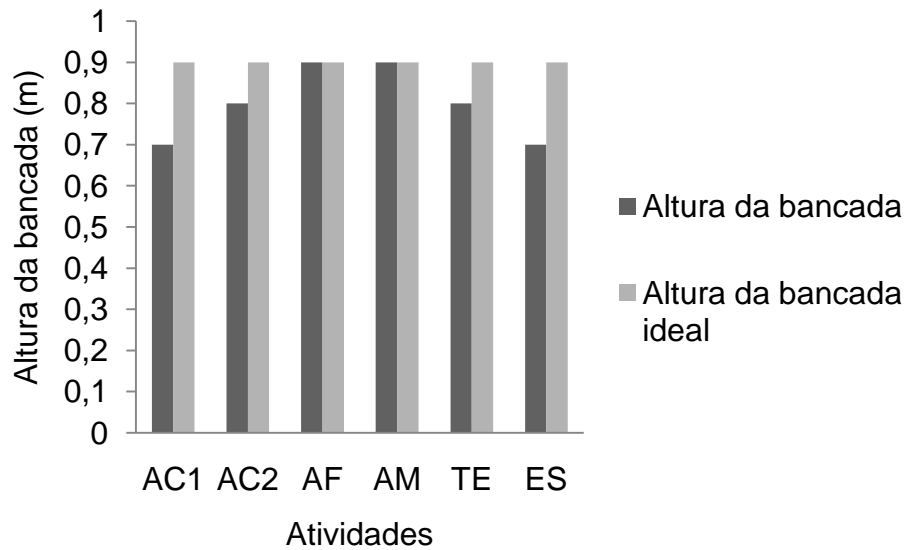


Figura 15. Altura das bancadas das máquinas e altura ideal, em que área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), área da forjadora (AF), área da marcadora (AM), têmpera (TE) e esmeril (ES).

As atividades da área de corte 1 e 2, têmpera e esmeril apresentaram bancadas com altura abaixo da recomendada. É preciso que as bancadas das máquinas estejam na altura recomendada para que o trabalhador possa visualizar a peça trabalhada com facilidade e, não o force a adotar posturas irregulares que deixarão o trabalho mais fatigante e propenso a erros.

Na área da marcadora e da forjadora, as superfícies horizontais apresentam-se em alturas ideais, conforme compleição física de seus trabalhadores.

Algumas máquinas possuem acionamento por pedal. A Figura 16 mostra a altura do pedal das máquinas e a altura máxima recomendável.

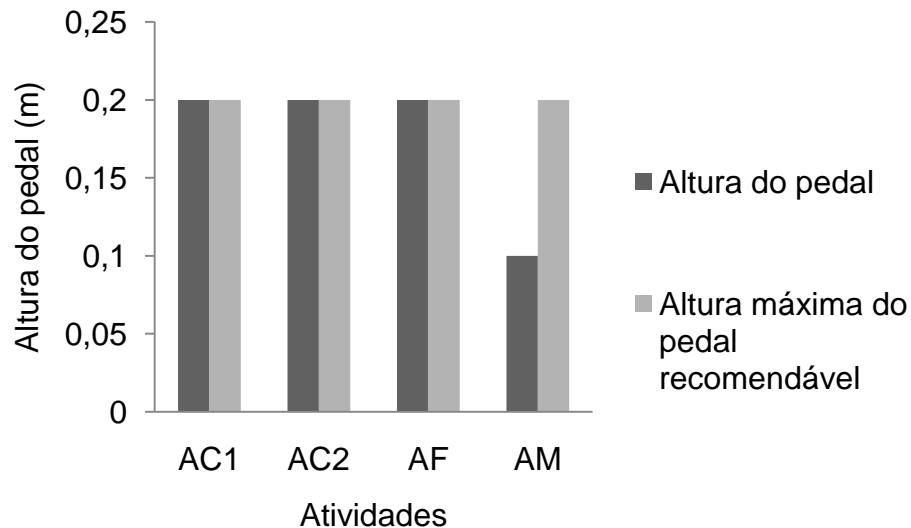


Figura 16. Altura do pedal das máquinas e altura máxima recomendável, em que área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), área da forjadora (AF) e área da marcadora (AM).

Os pedais devem ficar à altura de 0,2 m. Dessa forma, todas as máquinas estão dentro do tolerado, exceto a área da marcadora, que possui dimensões menores e que deve ser redimensionada. Com pedal 0,2 m de altura, o trabalhador precisa elevar sua perna a uma altura mínima para executar o movimento e, com isso, acionar a máquina sem que faça movimentos exagerados e nem acometa articulações em demasia.

A Figura 17 indica a área do pedal e a área ótima do pedal das máquinas.

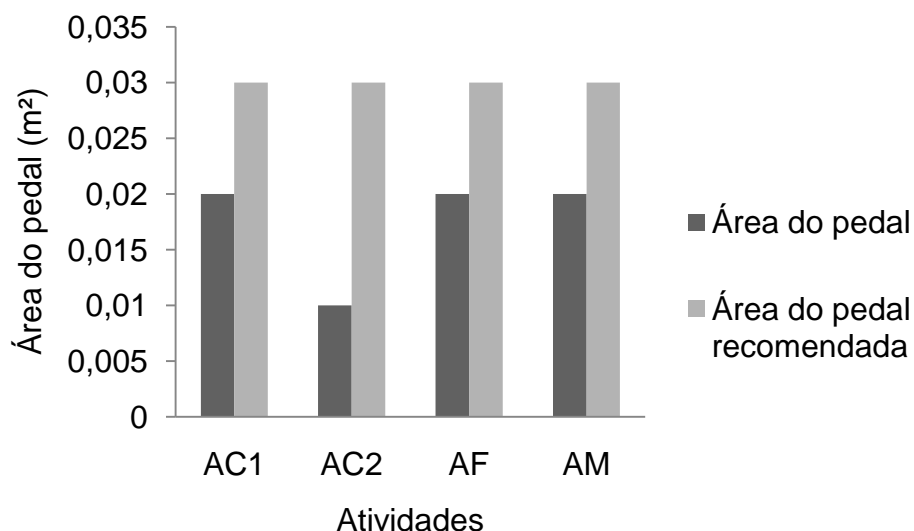


Figura 17. Área do pedal e área ótima do pedal das máquinas, em que: área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), área da forjadora (AF) e área da marcadora (AM).

O pedal deve ter dimensões semelhantes ao tamanho do pé dos operadores. Nesse caso, utilizou o tamanho de pé 0,4 m para recomendar a área do pedal, de forma que os trabalhadores com pés menores terão facilidade de acionar um pedal com dimensões maiores. Todas as atividades que possuem pedais estavam com suas dimensões menores do que o recomendado. Pedais muito pequenos (como a máquina de corte 2) causam desequilíbrios para que o trabalhador permaneça na posição de pé sobre uma das pernas e acione o pedal com a outra perna.

A Tabela 11 mostra as dimensões dos 18 fornos do processo de fabricação de ferramentas.

Tabela 12. Dimensões médias dos fornos utilizados na fabricação de ferramentas

Parâmetros	Média	Desvio Padrão	CV (%)
Comprimento do forno (m)	1,1	108,0	100,4
Largura do forno (m)	1,0	20,5	504,8
Altura do forno (m)	0,8	8,5	887,3
Comprimento da boca do forno (m)	0,6	9,8	597,5
Altura da boca do forno (m)	0,3	4,2	757,9

Nota: CV (%) = Coeficiente de Variação em porcentagem.

Os altos coeficientes de variação (Tabela 11) demonstram que existe uma variabilidade grande entre as dimensões dos fornos. Fato este

problemático, pois cada forno tem um volume diferente e, com isso, cabem quantidades distintas de material combustível, com cada forno apresentando um poder de combustão diferente. Ao abrirem a boca do forno para retirar peças, a chama volta em rebote junto às peças, colocando o trabalhador em risco. Quando os trabalhadores mudam de função encontram uma nova situação, em que é necessário certo tempo de adaptação. Padronizando o tamanho dos fornos, economiza-se em material combustível, promove-se uma regulação do tempo de queima e reduz-se os riscos a acidentes, motivando os funcionários a trabalhar em uma situação segura.

Para trabalhos pesados, a bancada deve estar a 0,9 m. Além da variação nas dimensões dos fornos, as bancadas encontram-se a uma altura mais baixa que o recomendado.

4.3 AMBIENTE DE TRABALHO

4.3.1 Conforto térmico

Os valores médios de IBUTG durante a jornada de trabalho, bem como média, desvio padrão, “t” tabelado pela tabela de Student, o número de amostras coletados e mínimo apresentam-se na Tabela 12.

Tabela 13. Valores médios de IBUTG durante a jornada de trabalho, média, desvio padrão, “t” tab, número de amostras coletadas e mínimo

	T tab	Desvio padrão	Média (°C)	Coletado	Mínimo
EV	1,7	1,7	23,8	200,0	1,5
TE	1,7	2,1	24,3	200,0	2,1
ES	1,7	1,6	24,5	200,0	1,2
AM	1,7	1,7	25,2	200,0	1,2
AF	1,7	1,8	25,6	200,0	1,4
AV	1,7	1,5	24,4	200,0	1,0
RO	1,7	1,5	24,2	200,0	1,1
AC1	1,7	1,4	23,7	200,0	1,0
AC2	1,7	1,4	23,6	200,0	1,0
SO	1,7	1,6	23,8	200,0	1,3
IC	1,7	1,7	24,2	200,0	1,3

Nota: T tab = “t” tabelado segundo tabela de Student; Coletado = número de amostras coletadas; e Min = número mínimo de amostras necessárias. Em que: envernizamento (EV), têmpera (TE), esmeril (ES), área da marcadora (AM), área da forjadora (AF), área de viragem (AV), região do orvado (RO), área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2). Soldagem (SO) e inserção de cabos (IC).

Os valores relativos às condições climáticas, obtidos com IBUTG nas diferentes atividades da fabricação de ferramentas no decorrer da jornada de trabalho (por hora), são apresentados na Figura 18.

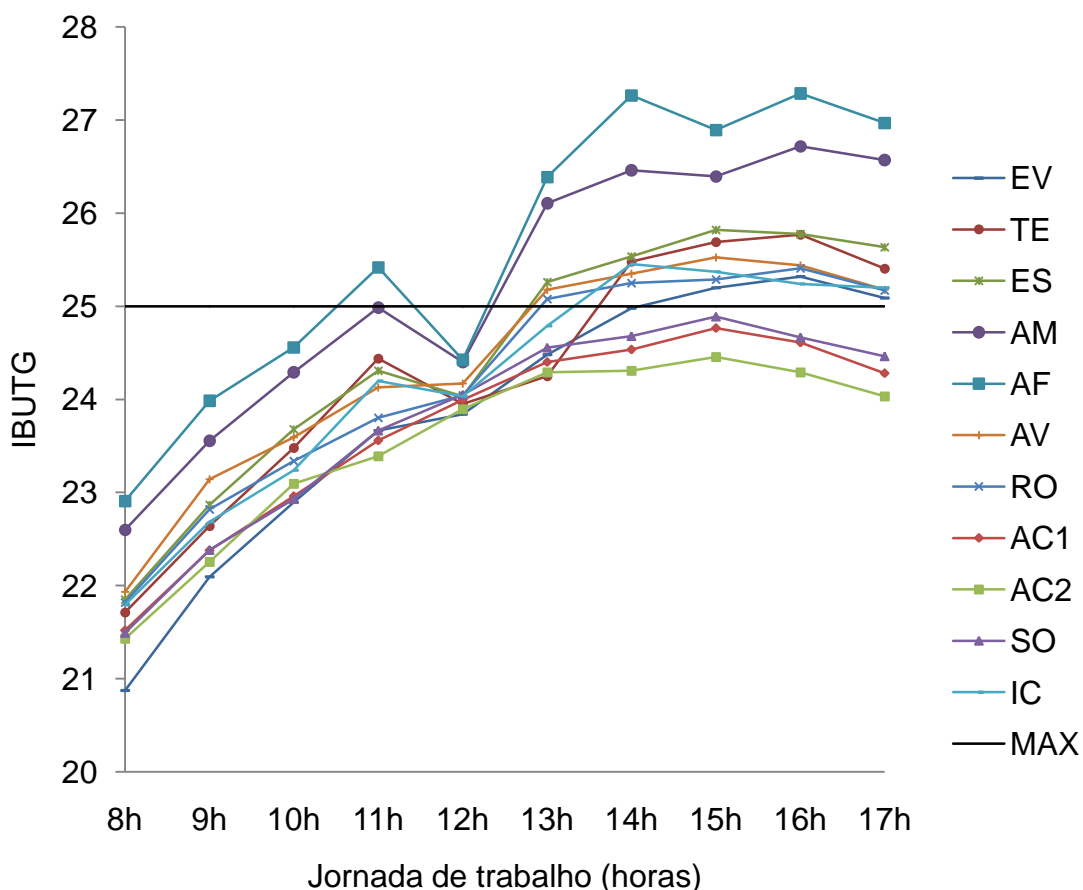


Figura 18. IBUTG médio durante a jornada de trabalho no mês de janeiro de 2010, em que: envernizamento (EV), têmpera (TE), esmeril (ES), área da marcadora (AM), área da forjadora (AF), área de viragem (AV), região de orvado (RO), área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), soldagem (SO), inserção de cabos (IC) e máxima exposição permitida pela NR-15 (MAX).

A produção de ferramentas por forjamento é uma atividade classificada como pesada, pois o trabalho é intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos e demanda aproximadamente 440 Kcal/hora (NR-15). Com uma jornada de trabalho realizada continuamente nessas condições, deve-se ter um ambiente com um IBUTG de até 25°C.

A Figura 18 mostra que a atividade de produção de ferramentas levou a uma tendência de crescimento no IBUTG. Os dados de IBUTG variaram em média de 20,9°C (envernizamento às 8 horas) a 27,3°C (área da forjadora às 16 horas). Vale destacar que os dados foram coletados no verão, portanto é necessário obter amostras também no período do inverno, para ter

conhecimento das possíveis disparidades relacionadas ao conforto térmico, em outras estações do ano.

Segundo Fiedler et al. (2006), em marcenarias do Distrito Federal, para conforto térmico foi encontrado um IBUTG de 21,4°C nas empresas, que é perfeitamente tolerado para 8 horas de trabalho. Da mesma forma, Fiedler (2010) encontrou um IBUTG de 26,4°C para este tipo de atividade considerada moderada em marcenarias do sul do Estado do Espírito Santo, sendo aceitável até 26,7°C.

Em um estudo de caso numa indústria metalúrgica em Santa Cruz do Sul (RS), os setores de trabalho foram divididos em quatorze atividades e procedeu-se a análise quanto ao estresse térmico por meio do IBUTG, apresentando valores de 23,0 a 25,3°C, pela NR-15 seria tolerado até 26,7°C (BARBIERO, 2004).

No início da atividade, às 8 horas da manhã, os trabalhadores estão expostos de 20,9°C (envernizamento) a 22,9°C (esmeril), valores estes abaixo do índice estabelecido pela NR-15.

Os valores de IBUTG a partir de 11 horas do dia na forjadora é de 25,4°C. Com isso, é necessário trabalhar 45 minutos e fazer pausa de 15 minutos de descanso.

Como o IBUTG é um índice que envolve a temperatura ambiente, umidade relativa e velocidade do vento, ao meio dia, os trabalhadores estão no período de almoço, as máquinas estão desligadas, os fornos apagados, ventiladores desligados, com isso, os dados desse índice sofre uma redução e uma pequena queda na tendência de crescimento (Figura 18), principalmente na têmpera, esmeril, marcadora, forjadora e inserção de cabos.

Às 13 horas do dia, nas atividades do esmeril (25,3°C), área de viragem (25,2°C) e região do orvado (25,1°C) deve-se trabalhar por 45 minutos e descansar por 15 minutos ou trocar de atividade. Na área da marcadora (26,1°C) e na área da forjadora (26,4°C), é necessário trabalhar por 30 minutos e descansar por 30 minutos para que o corpo se recupere da sensação de desconforto térmico. Em torno das 14 horas, o tempo de trabalho e descanso nas atividades de produção de ferramentas se comporta a mesma forma que

às 13 horas, começando os trabalhadores da têmpera (25,5°C) e inserção de cabos (25,5°C) a trabalhar por 45 minutos e descansar por 15 minutos.

De 15 às 17 horas, as atividades se comportam de forma semelhante no envernizamento, na têmpera, no esmeril, na área de viragem, na região do orvado e na inserção de cabos, devendo trabalhar por 45 minutos e pausar 15 minutos. Na área da marcadora e da forjadora, deve-se trabalhar por meia hora e pausar por 30 minutos.

Nas atividades de solda, área de corte 1 e 2 o trabalho se procede com conforto térmico durante toda jornada e pode ser executada continuamente.

A Tabela 13 indica o IBUTG por hora para cada atividade do processo de produção de ferramentas e as comparações pelo teste de Tukey.

Tabela 14. IBUTG e comparações pelo teste de Tukey do processo de produção de ferramentas

	8 h		9 h		10 h		11 h		12 h	
AF	22,9	a	24,0	a	24,6	a	25,3	a	24,4	a
AM	22,6	ab	23,6	ab	24,3	ab	24,9	ab	24,4	a
AV	21,9	bc	23,2	bc	23,6	bcd	24,1	bc	24,2	a
ES	21,8	bc	22,9	cd	23,7	bc	24,2	bc	24,0	a
RO	21,8	bc	22,8	cd	23,3	cd	23,9	c	24,1	a
IC	21,8	bc	22,7	cd	23,2	cd	24,2	bc	24,0	a
TE	21,7	c	22,6	cd	23,5	cd	24,4	abc	24,0	a
AC1	21,5	cd	22,4	de	23,0	d	23,7	c	24,0	a
SO	21,5	cd	22,4	de	22,9	d	23,7	c	24,1	a
AC2	21,4	cd	22,3	de	23,1	cd	23,5	c	24,0	a
EV	20,9	d	22,1	e	22,9	d	23,7	c	24,0	a

Nota: médias seguidas por uma mesma letra, em coluna, não diferem a 10% de significância pelo teste de Tukey. Em que área da forjadora (AF), área da marcadora (AM), área de viragem (AV), esmeril (ES), região do orvado (RO), inserção de cabos (IC), têmpera (TE), área de corte 1 (AC1), soldagem (SO), área de corte 2 (AC2) e envernizamento (EV).

Continua...

Tabela 13. Continua

	13 h		14 h		15 h		16 h		17 h	
AF	26,2	a	27,3	a	26,9	a	27,3	a	27,0	a
AM	26,0	ab	26,5	ab	26,4	ab	26,7	ab	26,6	ab
AV	24,9	abc	25,4	cd	25,5	bcd	25,4	cd	25,2	cde
ES	25,3	abc	25,5	bc	25,8	abc	25,8	bc	25,6	bc
RO	24,9	abc	25,3	cde	25,3	bcd	25,4	cd	25,2	cde
IC	25,0	abc	25,5	cd	25,4	bcd	25,2	cd	25,2	cde
TE	24,3	c	25,5	cd	25,7	bc	25,8	bc	25,4	bcd
AC1	24,5	bc	24,5	de	24,8	cd	24,6	cd	24,3	de
SO	24,7	abc	24,7	cde	24,9	cd	24,7	cd	24,5	cde
AC2	24,5	bc	24,3	e	24,5	d	24,3	d	24,0	e
EEV	24,5	bc	25,0	cde	25,2	cd	25,3	cd	25,1	cde

Nota: médias seguidas por uma mesma letra, em coluna, não diferem a 10% de significância pelo teste de Tukey. Em que área da forjadora (AF), área da marcadara (AM), área de viragem (AV), esmeril (ES), região do orvado (RO), inserção de cabos (IC), têmpera (TE), área de corte 1 (AC1), soldagem (SO), área de corte 2 (AC2) e envernizamento (EV).

A região onde se encontra o galpão de produção é uma localidade de clima ameno (região serrana) facilitando manter o IBUTG em níveis toleráveis pela manhã. Os níveis de IBUTG em média, por atividade, só excederam o permitido pela NR-15 na área da forjadora, às 11 horas de manhã e, a partir das 13 horas em todas as atividades.

Às 8 e 11 horas, as atividades de maior IBUTG foram a área da forjadora e a área da marcadara que não diferenciaram a 10% de significância pelo teste de Tukey. Em contrapartida, as menores médias estatisticamente semelhantes de IBUTG foram na área de corte 1 e 2, soldagem e envernizamento no período de 8 às 9 horas. No intervalo de 10 às 11 horas, não houve diferença nos menores valores de IBUTG para a área de viragem, a região do orvado, a inserção de cabos, a têmpera, a área de corte 1 e 2, a soldagem e o envernizamento.

Ao meio dia, devido ao período de almoço, em que as máquinas estão desligadas, fornos apagados e ventiladores desligados, as médias de IBUTG não diferiram entre si para as atividades consideradas no estudo.

A partir das 13 horas, as atividades da área da forjadora, da marcadara, de viragem, do esmeril, da região do orvado, da inserção de cabos e da região do orvado não diferenciaram entre si em média e, dessa forma,

apresentaram estatisticamente os maiores IBUTG. Já os menores IBUTG, em média, ficaram na área de viragem, no esmeril, na região do orvado, na inserção de cabos, na têmpera, na área de corte 1 e 2, na soldagem e no envernizamento.

No período de 14 às 17 horas, houve resultado parecido com o apresentado no período de 8 às 9 horas com a área da forjadora e a área da marcadora, tendo os maiores valores de IBUTG. Região do orvado, corte 1 e 2, soldagem e envernizamento apresentaram estatisticamente os menores valores para as 14 horas. No intervalo entre 15 às 17 horas, os menores valores foram observados nas atividades da área de viragem, da região do orvado, da inserção de cabos, da área de corte 1 e 2, da soldagem e do envernizamento.

O ideal seria dispor de um galpão aclimatado e que estivesse com a mesma temperatura em todas as atividades, mas, devido à adoção de ventiladores e fornos para aquecimento das ferramentas houve variações no IBUTG.

4.3.2 Ventilação

Os valores médios de velocidade do vento (m/s) durante a jornada de trabalho, bem como média, desvio padrão, “t” tabelado pela tabela de Student, o número de amostras coletados e mínimo, são apresentados na Tabela 14.

Tabela 15. Valores médios de velocidade do vento (m/s) durante a jornada de trabalho, média, desvio padrão, “t” tab, número de amostras coletadas e mínimo

	T tab	Desvio padrão	Média (m/s)	Coletado	Min
EV	1,7	0,3	0,4	200,0	156,4
TE	1,7	0,3	0,4	200,0	98,0
ES	1,7	0,3	0,4	200,0	123,7
AM	1,7	0,3	0,4	200,0	70,9
AF	1,7	0,2	0,4	200,0	92,1
AV	1,7	0,2	0,5	200,0	77,0
RO	1,7	0,2	0,4	200,0	91,4
AC1	1,7	0,3	0,4	200,0	98,1
AC2	1,7	0,3	0,5	200,0	121,0
SO	1,7	0,2	0,2	200,0	197,0
IC	1,7	0,3	0,4	200,0	130,9

Nota: T tab = “t” tabelado segundo tabela de Student; Coletado = número de amostras coletadas; e Min = número mínimo de amostras necessárias. Em que: envernizamento (EV), têmpera (TE), esmeril (ES), área da marcadara (AM), área da forjadora (AF), área de viragem (AV), região do orvado (RO), área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), soldagem (S0), e inserção de cabos (IC).

A ventilação do ambiente, a temperatura e a umidade do ar influenciaram no conforto térmico do galpão de produção de ferramentas. A Figura 19 indica a velocidade média do vento (m/s) para as atividades de produção de ferramentas por hora durante a jornada de trabalho.

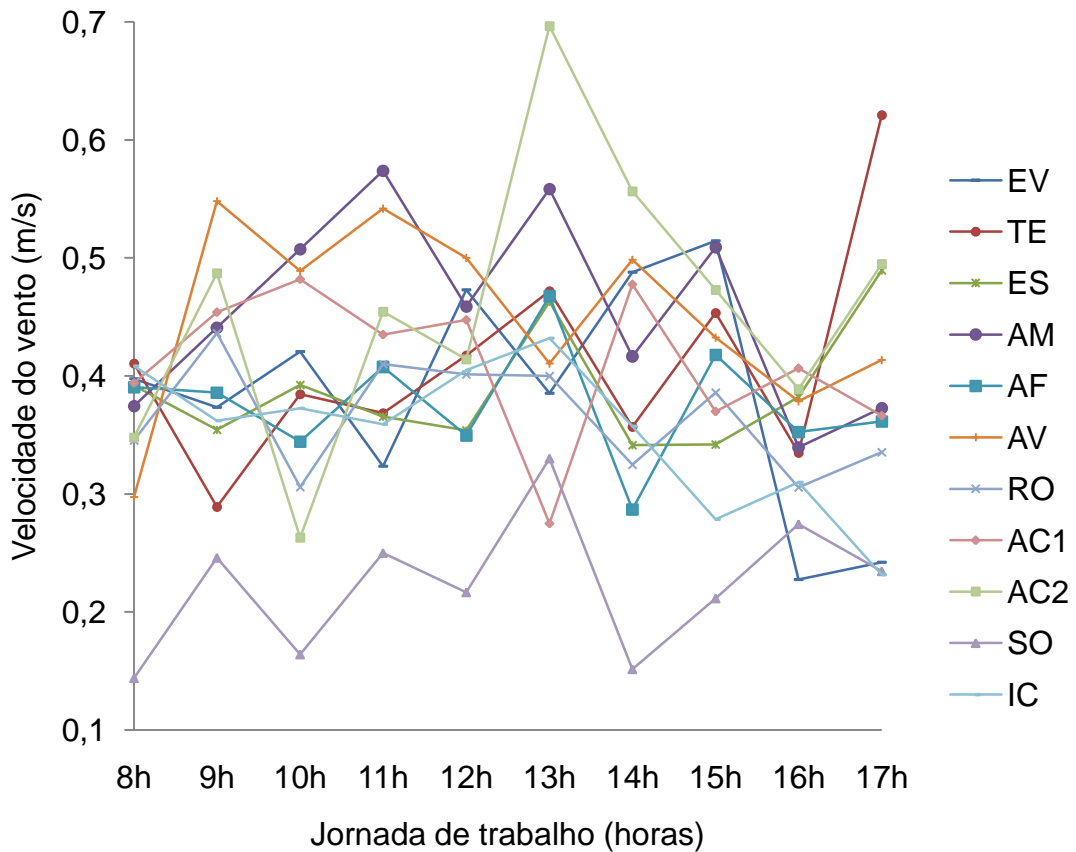


Figura 19. Velocidade média do vento durante a jornada de trabalho, em que: envernizamento (EV), têmpera (TE), esmeril (ES), área da marcadora (AM), área da forjadora (AF), área de viragem (AV), região do orvado (RO), área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), soldagem (SO) e inserção de cabos (IC).

A velocidade do vento para todas as atividades dentro do galpão de produção de ferramentas não mostrou um padrão ou tendência. A velocidade do vento variou em média de 0,1 m/s (soldagem às 8 horas) a 0,7 m/s (área de corte 2 às 13 horas). Todas as atividades apresentaram velocidade do vento abaixo de 0,8 m/s, sendo perfeitamente aceitável durante toda jornada de trabalho pela NR-17.

A Tabela 15 indica a velocidade do vento (m/s) por hora para cada atividade do processo de produção de ferramentas e as comparações pelo teste de Tukey.

Tabela 16. Velocidade do vento (m/s) por hora e comparações pelo teste de Tukey do processo de produção de ferramentas

	8 h		9 h		10 h		11 h		12 h	
AF	0,4	a	0,4	ab	0,3	abc	0,4	abc	0,4	ab
AM	0,4	a	0,4	ab	0,5	a	0,6	a	0,5	ab
AV	0,3	ab	0,6	a	0,5	a	0,5	ab	0,5	a
ES	0,4	a	0,4	ab	0,4	ab	0,4	abc	0,4	ab
EO	0,4	ab	0,4	ab	0,3	abc	0,4	abc	0,4	ab
IC	0,1	a	0,4	ab	0,4	abc	0,4	abc	0,4	ab
TE	0,4	a	0,3	b	0,4	ab	0,4	abc	0,5	ab
AC1	0,4	a	0,5	ab	0,5	a	0,4	abc	0,5	ab
SO	0,1	b	0,3	b	0,2	c	0,3	c	0,2	b
AC2	0,4	ab	0,5	ab	0,3	bc	0,5	abc	0,4	ab
EV	0,4	a	0,4	ab	0,4	ab	0,3	bc	0,5	a

	13 h		14 h		15 h		16 h		17 h	
AF	0,5	abc	0,3	cd	0,4	abc	0,4	a	0,4	bc
AM	0,6	ab	0,4	abc	0,5	a	0,3	a	0,4	bc
AV	0,4	bc	0,5	ab	0,4	abc	0,4	a	0,4	abc
ES	0,5	abc	0,3	bcd	0,3	abc	0,4	a	0,5	ab
RO	0,4	bc	0,3	bcd	0,4	abc	0,3	a	0,3	bc
IC	0,4	bc	0,4	abcd	0,3	bc	0,3	a	0,2	c
TE	0,5	abc	0,4	abcd	0,5	ab	0,3	a	0,6	a
AC1	0,3	c	0,5	abc	0,4	abc	0,4	a	0,4	bc
SO	0,3	bc	0,2	d	0,2	c	0,3	a	0,2	c
AC2	0,7	a	0,6	a	0,5	ab	0,4	a	0,5	ab
EV	0,4	bc	0,5	abc	0,5	a	0,2	a	0,2	c

Nota: médias seguidas por uma mesma letra, em coluna, não diferem a 10% de significância pelo teste de Tukey. Em que área da forjadora (AF), área da marcadora (AM), área de viragem (AV), esmeril (ES), região do orvado (RO), inserção de cabos (IC), têmpera (TE), área de corte 1 (AC1), soldagem (SO), área de corte 2 (AC2) e envernizamento (EV).

De acordo com a Tabela 15, pela manhã, as atividades de menor velocidade do vento, por não diferirem estatisticamente entre si, foram: área de viragem, região do orvado, soldagem e área de corte 2 às 8 horas; área da forjadora, área da marcadora, esmeril, região do orvado, inserção de cabos, têmpera, área de corte 1 e 2, soldagem e envernizamento às 9 horas; área da forjadora, região do orvado, inserção de cabos, soldagem e área de corte 2 às 10 horas; área da forjadora, esmeril, região do orvado, inserção de cabos, têmpera, área de corte 1 e 2 e soldagem às 11 horas; e área da forjadora, área

da marcadora, esmeril, região do orvado, inserção de cabos, têmpera, área de corte 1 e 2 e soldagem às 12 horas.

Na parte da tarde, as atividades de menor ventilação, com mesmas médias estatisticamente foram: área da forjadora, esmeril, têmpera, soldagem e envernizamento às 13 horas; área da forjadora, esmeril, região do orvado, inserção de cabos e têmpera às 14 horas; área da forjadora, área de viragem, esmeril, região do orvado e área de corte 1 às 15 horas; e área da forjadora, área da marcadora, área de viragem, região do orvado, e área de corte 1 às 17 horas.

Às 16 horas, não houve diferença mínima significativa entre as atividades, no entanto, durante toda a jornada de trabalho não se excedeu o limite recomendado pela NR-17.

4.3.3 Iluminância

Os valores médios de iluminância (Lux) durante a jornada de trabalho, bem como média, desvio padrão, “t” tabelado pela tabela de Student, o número de amostras coletados e mínimo, são apresentados na Tabela 16.

Tabela 17. Valores médios de iluminância (Lux) durante a jornada de trabalho, média, desvio padrão, “t” tab, número de amostras coletadas e mínimo

	T tab	Desvio padrão	Média (Lux)	Coletado	Min
EV	1,7	36,0	98,2	200,0	36,2
TE	1,7	37,1	83,3	200,0	53,6
ES	1,7	81,4	117,2	200,0	130,6
AM	1,7	34,6	71,8	200,0	62,9
AF	1,7	35,7	66,6	200,0	77,9
AV	1,7	51,3	103,4	200,0	66,5
RO	1,7	64,8	151,5	200,0	49,5
AC1	1,7	99,7	252,7	200,0	42,1
AC2	1,7	109,8	322,8	200,0	31,3
SO	1,7	118,9	171,8	200,0	129,7
IC	1,7	53,3	117,8	200,0	55,4

Nota: T tab = “t” tabelado segundo tabela de Student; Coletado = número de amostras coletadas; e Min = número mínimo de amostras necessárias. Em que: envernizamento (EV), têmpera (TE), esmeril (ES), área da marcadara (AM), área da forjadora (AF), área de viragem (AV), região do orvado (RO), área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), soldagem (S0), e inserção de cabos (IC).

Os níveis médios de iluminância ao longo da jornada de trabalho para as atividades de produção de ferramentas são mostrados na Figura 20.

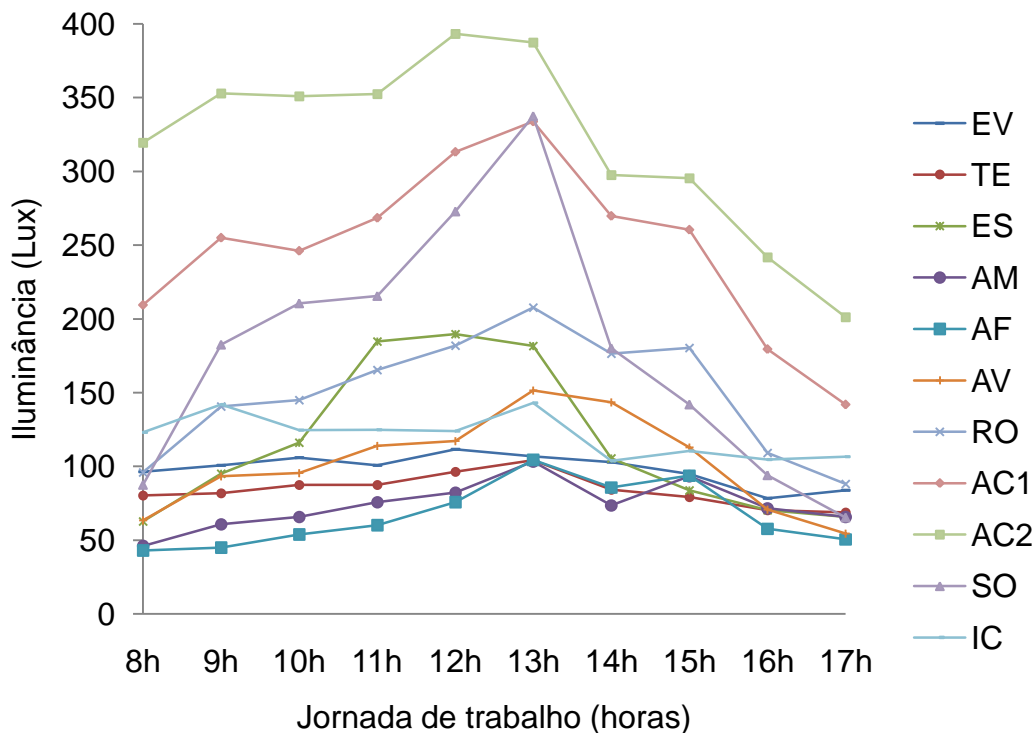


Figura 20. Iluminância média durante a jornada de trabalho, em que: envernizamento (EV), têmpera (TE), esmeril (ES), área da marcadora (AM), área da forjadora (AF), área de viragem (AV), região do orvado (RO), área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), soldagem (SO) e inserção de cabos (IC).

Os maiores níveis de iluminância se concentraram de 11 às 14 horas. Todas as atividades apresentaram um aumento em iluminância de 8 às 13 horas e um decréscimo das 13 às 17 horas. Isso se explica pelo caminho do sol que se faz ao longo da cumieira do galpão de produção. Nas horas de maior quantidade de luz diária, apresentou-se maior quantidade de luz no processo de produção de ferramentas. As atividades que se localizam na periferia do galpão apresentam uma variação maior de iluminância, assim como, as regiões que se encontram ao centro do galpão possuem uma menor quantidade de iluminância.

Segundo a NBR 5413/1992, para usinas de aço que trabalham com forjadoras e salas de máquinas, é necessário uma iluminação mínima entre 150 e 300 lux.

A iluminância variou no galpão de produção de ferramentas florestais em média de 42,9 Lux (área da forjadora às 8 horas) a 393,3 Lux (área de corte 2 às 12 horas).

Em marcenarias do sul do Espírito Santo, Fiedler et. al. (2010) verificaram que a tupa (304,4 lux), lixadeira (405,5 lux) e desempenadeira (440,8 lux) apresentaram níveis de iluminância abaixo do recomendado (500 lux).

Lopes et. al. (2006), em análise da iluminância em indústria de ervamate, descobriram que os níveis de iluminação estavam insuficientes na maioria dos postos de trabalho, principalmente, nos horários em que mais se dependia de iluminação artificial.

As atividades de soldagem, corte 1 e 2 por se localizarem na periferia do galpão apresentaram maiores variações na quantidade de luz durante a jornada de trabalho, não têm incidência direta da luz natural, mas possuem um aumento ou diminuição da quantidade de luz proporcionais à movimentação do sol sobre o galpão de produção.

As atividades de envernizamento, têmpera, área da marcadora, área da forjadora e inserção de cabos apresentaram médias de iluminância abaixo do necessário (150 Lux) durante toda a jornada de trabalho.

Poucas foram as atividades que possuíam iluminância de 150 a 300 Lux: esmeril de 11 às 13 horas, área de viragem às 13 horas, região do orvado de 11 às 15 horas, área de corte 1 de 8 às 11 horas e 14 às 17 horas, área de corte 2 de 14 às 17 horas e soldagem de 8 às 12 horas e às 14 horas. No entanto, não basta apenas ter uma média de iluminância dentro do aceitável, é preciso que esses níveis permaneçam constantes durante toda a jornada de trabalho.

A Tabela 17 indica a iluminância (Lux) por hora para cada atividade do processo de produção de ferramentas e as comparações pelo teste de Tukey.

Tabela 18. Iluminância (Lux) por hora e comparações pelo teste de Tukey do processo de produção de ferramentas

	8 h		9 h		10 h		11 h		12 h	
AF	42,8	d	44,1	f	53,2	f	59,3	e	75,4	e
AM	45,1	d	59,2	f	63,3	ef	70,5	e	77,0	e
AV	64,4	d	95,8	def	97,7	def	116,6	de	119,2	de
ES	62,0	d	95,9	def	117,7	de	189,7	c	194,3	c
RO	97,7	cd	143,0	cd	147,4	cd	168,0	cd	185,2	cd
IC	125,0	c	139,9	cde	120,3	de	120,3	de	116,6	e
TE	79,5	cd	80,9	ef	86,7	def	86,9	e	95,6	e
AC1	215,1	b	260,8	b	251,2	b	273,6	b	319,8	b
SO	76,0	cd	174,1	c	203,5	bc	208,7	c	266,8	b
AC2	325,0	a	357,8	a	356,3	a	356,7	a	397,3	a
EV	96,4	cd	100,7	def	106,1	def	100,8	e	111,6	e

	13 h		14 h		15 h		16 h		17 h	
AF	104,4	d	86,3	d	93,8	c	57,2	d	49,8	d
AM	99,5	d	72,1	d	93,8	c	71,8	cd	65,8	d
AV	154,0	bcd	146,4	bc	113,8	c	71,5	cd	54,8	d
ES	185,7	bc	106,7	cd	84,1	c	70,5	cd	65,7	d
RO	210,5	b	178,2	b	183,7	b	111,1	c	89,9	cd
IC	133,4	cd	99,9	cd	108,9	c	105,3	c	108,7	bc
TE	104,2	d	83,3	d	78,6	c	70,0	cd	68,0	d
AC1	340,1	a	274,5	a	264,6	a	183,0	b	144,7	b
SO	335,1	a	174,3	b	134,2	bc	86,6	cd	58,5	d
AC2	390,1	a	299,0	a	297,1	a	244,9	a	204,3	a
EV	106,9	d	103,0	cd	94,8	c	78,5	cd	83,8	cd

Nota: médias seguidas por uma mesma letra, em coluna, não diferem a nível de 10% de significância pelo teste de Tukey. Em que área da forjadora (AF), área da marcadara (AM), área de viragem (AV), esmeril (ES), região do orvado (RO), inserção de cabos (IC), têmpera (TE), área de corte 1 (AC1), soldagem (S0), área de corte 2 (AC2) e envernizamento (EV).

De manhã (8 às 12 horas), a atividade de maior iluminância foi a área de corte 2. Como se localiza na extremidade do galpão, apresentou altos níveis de iluminação. Nessa atividade deve-se tomar cuidado com ofuscamentos que podem ser causados pela presença da luz natural. A segunda maior iluminância e que merece atenção é a área de corte 1 e a soldagem no período matutino. Na parte da tarde (13 às 17 horas), essas três atividades apresentaram maiores valores de iluminância, que não diferiram entre si; às 14 e 15 horas, as área de corte 1 e 2 apresentaram as maiores médias

estatisticamente de iluminância; e às 16 e 17 horas, a área de corte 2 apresentou o maior valor de iluminância.

A maioria das atividades apresentou valores baixos de iluminância, não superando o valor de 150,0 lux, podendo comprometer a eficiência da produção de ferramentas, uma vez que não favorece a rápida visualização de objetos e peças no processo produtivo.

4.3.4 Ruído

Os valores médios de ruído (dB(A)) durante a jornada de trabalho, bem como média, desvio padrão, “t” tabelado pela tabela de Student, o número de amostras coletados e mínimo, são apresentados na Tabela 18.

Tabela 19. Valores médios de ruído (dB(A)) durante a jornada de trabalho, média, desvio padrão, “t” tab, número de amostras coletadas e mínimo

	T tab	Desvio padrão	Média (dB(A))	Coletado	Min
EV	1,7	4,7	83,6	200,0	0,8
TE	1,7	4,3	89,9	200,0	0,6
ES	1,7	3,2	94,2	200,0	0,3
AM	1,7	2,8	93,6	200,0	0,2
AF	1,7	1,9	91,3	200,0	0,1
AV	1,7	1,8	87,6	200,0	0,1
RO	1,7	1,7	86,6	200,0	0,1
AC1	1,7	2,4	86,5	200,0	0,2
AC2	1,7	1,6	85,4	200,0	0,1
SO	1,7	1,5	86,8	200,0	0,1
IC	1,7	2,0	90,9	200,0	0,1

Nota: T tab = “t” tabelado segundo tabela de Student; Coletado = número de amostras coletadas; e Min = número mínimo de amostras necessárias. . Em que: envernizamento (EV), têmpera (TE), esmeril (ES), área da marcadara (AM), área da forjadora (AF), área de viragem (AV), região do orvado (RO), área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), soldagem (S0), e inserção de cabos (IC).

A Figura 21 indica os níveis médios de ruído durante a jornada de trabalho nas diferentes atividades do processo produtivo.

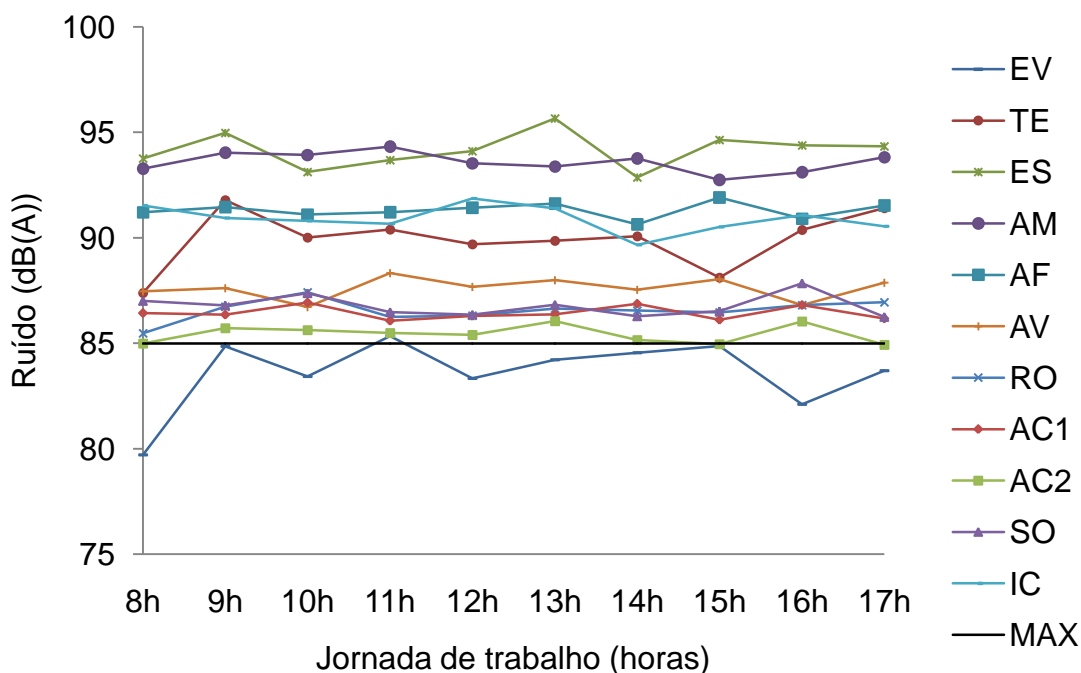


Figura 21. Níveis médios de ruído durante a jornada de trabalho, em que: envernizamento (EV), têmpera (TE), esmeril (ES), área da marcadora (AM), área da forjadora (AF), área de viragem (AV), região de orvado (RO), área de corte 1 (AC1), área de corte 2 (AC2), soldagem (SO), inserção de cabos (IC) e máxima exposição permitida pela NR-15 (MAX).

Segundo a NR-15, para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias é permitido uma exposição ao ruído de até 85 dB(A), sem a utilização de protetor auricular.

As atividades não apresentaram variações bruscas para os níveis de ruído durante a jornada de trabalho (Figura 21). Os níveis de ruído variaram em média de 79,7 (envernizamento às 8 horas) a 95,7 dB(A) (esmeril às 13 horas).

Na atividade de fabricação de móveis no Sul do Espírito Santo, os trabalhadores ficavam expostos a um nível médio de 87,0 dB(A). Pela NR-15, nestas condições, sem a utilização de protetor auricular, pode-se atuar nessa atividade por 6 h e 23 min. O traçador foi a máquina de maior ruído gerado na atividade, apresentando média de níveis de ruído de 94,8 dB(A) (FIEDLER et. al., 2010).

Apenas o envernizamento e a área de corte 1 apresentaram valores de ruído abaixo de 85 dB(A). Todas as outras atividades estavam com médias de ruído acima do permitido durante toda a jornada de trabalho.

A Tabela 19 indica os níveis de ruído (dB(A)) por hora para cada atividade do processo de produção de ferramentas e as comparações pelo teste de Tukey.

Tabela 20. Níveis de ruído (dB(A)) por hora e comparações pelo teste de Tukey do processo de produção de ferramentas

	8 h		9 h		10 h		11 h		12 h	
AF	91,2	a	91,5	b	91,1	bc	91,2	b	91,4	cd
AM	93,3	a	94,0	a	93,9	a	94,3	a	93,5	ab
AV	87,5	b	87,6	c	86,7	d	88,3	cd	87,7	ef
ES	93,8	a	95,0	a	93,1	ab	93,7	a	94,1	a
RO	85,5	b	86,7	c	87,4	d	86,3	de	86,3	fg
IC	91,5	a	91,0	b	90,8	bc	90,7	b	91,9	bc
TE	87,4	b	91,8	b	90,0	c	90,4	bc	89,7	de
AC1	86,6	b	86,4	cd	86,9	d	86,1	e	86,3	fg
SO	87,0	b	86,8	c	87,4	d	86,5	de	86,4	fg
AC2	85,0	b	85,7	cd	85,6	de	85,5	e	85,4	g
EV	79,7	c	84,7	d	83,4	e	85,4	e	83,4	h

	13 h		14 h		15 h		16 h		17 h	
AF	91,6	c	90,6	bc	91,9	ab	90,9	b	91,6	b
AM	93,4	b	93,8	a	92,8	ab	93,1	ab	93,8	a
AV	88,0	e	87,6	def	88,0	cd	86,8	d	87,9	c
ES	95,7	a	92,9	ab	94,7	a	94,4	a	94,3	a
RO	86,6	ef	86,6	fg	86,5	d	86,8	d	87,0	c
IC	91,4	cd	89,7	cde	90,5	bc	91,1	b	90,6	b
TE	89,9	d	90,1	bcd	88,1	cd	90,4	bc	91,4	b
AC1	86,4	ef	86,9	efg	86,1	d	86,8	d	86,2	cd
SO	86,8	ef	86,3	fg	86,5	d	87,9	cd	86,3	cd
AC2	86,1	f	85,2	fg	85,0	d	86,1	d	84,9	de
EV	84,2	g	84,6	g	84,9	d	82,1	e	83,7	e

Nota: médias seguidas por uma mesma letra, em coluna, não diferem a 10% de significância pelo teste de Tukey. Em que área da forjadora (AF), área da marcadora (AM), área de viragem (AV), esmeril (ES), região do orvado (RO), inserção de cabos (IC), têmpera (TE), área de corte 1 (AC1), soldagem (SO), área de corte 2 (AC2) e envernizamento (EV).

Os níveis de ruído se mostraram altos na produção de ferramentas. Em todas as atividades, em pelo menos uma hora por dia, apresentaram valores de ruído acima de 85 dB(A). Às 8 horas da manhã, a área da forjadora, a área da marcadora, o esmeril e a inserção de cabos possuíam as maiores médias de ruído e não diferiram entre si. Das 9 às 12 horas, a área da marcadora e o

esmeril permaneceram estatisticamente com maiores níveis de ruído. Na parte da tarde, às 13 horas, o esmeril apresentou a maior exposição ao ruído; às 14 horas, área da marcadora e esmeril; às 15 horas, área da forjadora, área da marcadora e esmeril; e às 16 e 17 horas, área da marcadora e esmeril apresentaram os maiores ruídos médios e não diferiram entre si.

O maior valor de ruído encontrado foi no esmeril às 13 horas (95,7 dB(A)), situação preocupante e que merece medidas corretivas urgentes. Para essa situação sem protetor auricular, pode-se expor o trabalhador a apenas 1,98 horas de trabalho sem que haja danos ao mesmo.

A empresa exige que seus funcionários utilizem protetor auricular de concha (poder de atenuação NRRsf de 15 dB(A)) ou de plugue (poder de atenuação NRRsf de 17 dB(A)). Desse modo, a maior exposição ao ruído encontrado (95,7 dB(A) - esmeril às 13 horas) fica reduzida a 80 e 78 dB(A), respectivamente, para protetor auricular de concha e de plugue.

4.4 LAYOUT DO PROCESSO PRODUTIVO

Com base na disposição original dos postos de trabalho, máquinas e equipamentos dentro do galpão de produção de ferramentas (Apêndice 2), foi possível fazer o seguinte diagnóstico.

- Normalmente, a máquina de área de corte 1 é abastecida por longas peças de aço que são trazidas por trator pela entrada do galpão. Em seguida, as peças são levadas à área de corte 2, região de orvado, soldagem e área de viragem. O arranjo das máquinas das áreas de corte 1 e 2 não favorece a sequência produtiva;
- Nas outras atividades, as máquinas estão dispostas segundo uma sequência lógica de produção. No entanto, na região de orvado, na área de viragem e nos marteletes, as máquinas possuem uma proximidade muito grande, aumentando o risco dos trabalhadores esbarrarem e sofrerem acidentes, já que nessas atividades é corriqueiro transportarem peças em altas temperaturas por pinças manuais;

- O espaçamento entre as máquinas não possibilita com que o trabalhador caminhe entre elas, para abastecer com peças que vão entrar nas etapas de produção e escoamento de peças prontas;

- As máquinas possuem dimensões diferentes, todas em formato retangular, mesmo que em sequência lógica de produção, não estão alinhadas. Dessa forma, ao passar as peças de uma máquina para outra, além do trabalhador se movimentar lateralmente, precisa de se deslocar para frente ou para trás;

- Na têmpera, as mesas onde são armazenadas as peças prontas não possuem um ordenamento correto e atrapalha a fase anterior de martelamento (forjadora e marcadora);

- No esmeril, ficam dispostos dois acertadores por máquina. A disposição das máquinas em linha e na extremidade do galpão favorece com que os resíduos sejam direcionados para fora do galpão. A mesa colocada a frente de cada esmeril facilita a deposição das peças prontas. As mesas dispostas ao redor não favorecem a movimentação dos trabalhadores. E um esmeril é disposto no centro do galpão;

- A área de envernizamento é composta por três mesas e a orientação delas não favorece o processo produtivo; e,

- A mesa de inserção de cabos encontra-se na área central do galpão.

Com o diagnóstico sobre os fatores físicos, propõe-se um novo layout do galpão de produção de ferramentas (Apêndice 3) e faz-se as seguintes recomendações:

- As máquinas de área de corte 1 e 2 foram colocadas na mesma área e em sequência. As peças de aço são trazidas por trator pela entrada do galpão e abastece as máquinas da área de corte 1 e 2. Estas são repassadas à região do orvado, soldagem e volta à área de viragem, favorecendo o caminhamento de produção;

- As máquinas da região do orvado, área de viragem, área da forjadora e área de marcadora foram dispostas de forma que haja maior facilidade de transporte manual de peças para abastecimento e escoamento de produção e, que possibilite aos operadores das máquinas caminharem lateralmente de máquina em máquina na atividade em que atua, evitando os desperdícios de

movimentos. A nova disposição, um pouco mais distante dos fornos de aquecimento das peças, não atrapalha na utilização e esfriamento da peça, pois reduz o tempo de utilização destas no caminhamento lateral entre as máquinas;

- Na atividade da têmpera, as mesas foram ordenadas. A mesa que fica na interseção entre a área da marcadora e a têmpera foi colocada alinhada e em menores dimensões para poder ser utilizada na fase de têmpera, a fim de não atrapalhar na área da forjadora e área da marcadora;

- Propõe-se a retirada do esmeril que fica isolado no meio do galpão, pois este atrapalha a movimentação de peças pelo centro deste local. Mantiveram-se as mesas à frente do esmeril, pois estas servem para acúmulo de peças prontas. Foram eliminadas as mesas ao redor do esmeril;

- Na posição original, o caminho dos dois envernizadores fica limitado a áreas apertadas. A disposição das mesas em “L” facilita a movimentação dos trabalhadores. Na mesa central, os trabalhadores envernizam as peças e nas laterais, depositam as peças prontas; e

- A mesa de inserção de cabos foi colocada ao lado da mesa de envernizamento. Assim, ficará mais perto do local de armazenamento, reduzirá os níveis de ruído e favorecerá ao conforto térmico pela distância das máquinas e fornos.

5. CONCLUSÕES

- Foi detectada, na opinião dos trabalhadores, que o esmeril é a máquina que causa maiores problemas nas atividades de produção de ferramentas, alcançando altos índices de acidentes. Com isso, a satisfação do trabalhador fica comprometida, realçada no cansaço físico relatado após a jornada de trabalho, descontentamento ao uso de EPIs, como avental e respirador, sendo que estes deixaram de causar 51% de acidentes;
- A altura de visibilidade vertical foi de 1,6 m (altura dos olhos ao percentil 5%) e horizontal de 1,4 m (altura dos ombros ao percentil 5%). A altura das bancadas ideal é de 0,9 m (trabalho pesado), a maioria das atividades apresentaram bancadas mais baixas que o recomendado. E os trabalhadores mais baixos devem usar estratos (0,2 m); a área de alcance ótimo deve ser de 0,3 m² e máximo de 1,0 m²;
- O processo de fabricação de ferramentas discorre com conforto térmico na parte da manhã (IBUTG abaixo de 25°C), exceto na forjadora às 11 horas. À tarde, apresentaram valores acima de 25°C em pelo menos uma atividade por hora, necessitando-se de repouso ou rodízio; e a área da forjadora e da marcadora foram as atividades de maior IBUTG, em média, durante todo o processo produtivo;
- A velocidade do vento não apresentou uma tendência de crescimento e todas as atividades apresentaram velocidade do vento abaixo de 0,75 m/s;
- Poucas foram as atividades que apresentaram valores de iluminância dentro do limite recomendado (150 a 300 Lux). As atividades de envernizamento, têmpera, marcadora, forjadora e inserção de cabos apresentaram médias de iluminância abaixo do necessário durante toda a jornada de trabalho;
- Apenas o envernizamento e a área de corte 1 apresentaram valores de ruído abaixo do recomendado pela NR-15 (85 dB(A)). Todas as outras atividades estavam com médias de ruído acima do permitido durante toda a jornada de trabalho; e
- O layout original traz gargalos ao sistema de produção e aumento do tempo improdutivo por forçar os trabalhadores a se deslocarem

demasiadamente. No layout recomendado, as pequenas mudanças propostas facilitam a sequência de produção e escoamento de materiais.

6. RECOMENDAÇÕES

Aumentar o período de pausas de acordo com os dados de conforto térmico, para que os trabalhadores possam promover um descanso e, dessa forma, ficarem menos acometidos a dores após a jornada de trabalho;

Realizar rodízio entre as atividades de menor conforto térmico;

Promover uma rotatividade entre os trabalhadores em todas as atividades de produção de ferramentas, de forma que, haja alternância entre as atividades de maior e de menor preferência;

Promover treinamentos antes de o trabalhador iniciar suas atividades e realizar reciclagens freqüentes com os trabalhadores mais experientes;

Readequar as máquinas de forma que a altura de suas superfícies horizontais fiquem proporcionais à altura do cotovelo dos trabalhadores;

Utilizar banquetas de até 0,2 m para que todos trabalhadores possam utilizar as mesas na altura recomendada;

Padronizar as dimensões dos fornos de modo que, quando houver os rodízios entre trabalhadores nas diversas funções, diminua o risco de exposição a altas temperaturas (queimaduras);

Aumentar o beiral do telhado para reduzir a incidência direta da radiação solar que eleva os níveis de iluminância das máquinas posicionadas na periferia do galpão;

Aumentar os pontos de iluminância dentro do galpão nas regiões de menor iluminância. E, se ainda sim permanecer a baixa iluminância, adotar a iluminação específica sobre a atividade;

Quando for realizar novas aquisições de máquinas, dar preferência a máquinas com menor emissão de ruído com a substituição de superfícies metálicas por absorvedoras e engrenagens de correntes a correias; e

Melhorar as manutenções preventivas e corretivas das máquinas já existentes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, J. I.; PINHO, D. L. M. Teoria e prática ergonômica: seus limites e possibilidades. In: PAZ, M. das G. T.; TOMAYO, A. **Escola, Saúde e Trabalho: estudos psicológicos**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

ABRAHÃO, J. I.; SILVINO, A. M. D.; SARMET, M. M. Ergonomia, cognição e trabalho informatizado. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. Brasília: v. 21, n. 2, p. 163-171, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5413: Iluminância de Interiores**. Rio de Janeiro, 1992. 13p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT **NBR 5461/91: Iluminação Natural – Parte 2: Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural**. Rio de Janeiro, 2003. 20p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Hidroweb: sistema de informações hidrológicas**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>> Acesso em: 14 maio 2010.

BARBIERO, M. **Avaliação das percepções quanto ao ambiente de térmico em uma indústria metalúrgica: um estudo de caso**. Porto Alegre, RS: UFRS, 2004. 139f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2004.

BOYCE, P. R.; Illumination. In: SALVENDY, G. **Handbook of human factors and ergonomics**. Indiana, United States of America. John Wiley e Sons, 2006, cap. 25, p. 643-669.

CANTO, J. L.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P.; GARLET, A.; CARVALHO, R. M. M. A. C.; NOCE, R. Avaliação das condições de segurança do trabalho na colheita e transporte florestal em propriedades rurais fomentadas no estado do Espírito Santo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 513-520, 2007.

CASALI, J. G. Sound and noise. In: SALVENDY, G. **Handbook of human factors and ergonomics**. Indiana, United States of America. John Wiley e Sons, 2006, cap. 24, p. 612-642.

CHIARELLO, J. A. **Ventilação natural por efeito chaminé – estudo em modelo em pavimento reduzido de pavilhões industriais**. Porto Alegre, RS: UFRS, 2006. 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.

CONAW, P. L. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 264p.

COSTA, J. H. S. **Análise do trabalho e estudo ergonômico para mudança do arranjo físico**. São Paulo, SP: EPUSP, 2008. 97f. Monografia (Engenharia

de Produção) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CORDEIRO, E. P. **Avaliação da propagação do ruído industrial na poluição sonora.** Porto Alegre, RS: UFRS, 2009. 130f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.

CORREA, H. L.; CORREA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2008. 690p.

COUTO, H. de A. **Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana.** Belo Horizonte: Ergo, 1995. 353p.

CUNHA, J. P. A. R.; TEODORO, R. E. F. Avaliação do nível de ruído em derriçadores e pulverizadores motorizados portáteis utilizados em lavouras de café. **Bioscience Journal.** Uberlândia, v. 22, n. 3, p. 71-77, set./dez. 2006.

DIAS, A. **Avaliação das condições de conforto térmico e acústico de salas de aula em escola de tempo integral – estudo de caso da Escola Padre Josino em Palmas (TO).** Brasília, DF: UNB, 2009. 141f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.

FERNANDES, J. C. **Avaliação dos níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador.** Botucatu, SP: UNESP, 1991. 172f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 1991.

FERNANDES, H. C.; BRITO, A. B.; SANTOS, N. T.; MINETTE, L. J.; RINALDI, P. C. N. Análise antropométrica de um grupo de operadores brasileiros de “*feller-buncher*”. **Scientia Forestalis.** Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 17-25, mar. 2009.

FIEDLER, N. C.; COELHO, F.; MINETTI, L. J. Análise de fatores ergonômicos do ambiente de trabalho nas atividades de poda de árvores no Distrito Federal. **Engenharia na Agricultura.** Viçosa, v. 16, n. 2, p. 192-198 abr./jun. 2008.

FIEDLER, N. C.; GUIMARÃES, P. P.; ALVES, R. T.; WANDERLEY, F. B. Avaliação ergonômica do ambiente de trabalho em marcenarias no sul do Espírito Santo. **Revista Árvore,** Viçosa, v. 34, p. 907-915, 2010.

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, v. 10, n. 3, p. 679-685, 2006.

FIEDLER, N. C.; VENTUROLI, F.; MINETTI, L. J.; VALE, A. T. Diagnóstico de fatores humanos e condições de trabalho em marcenarias no Distrito Federal. **Revista Floresta.** Curitiba, v. 31, n. 1/2, p. 105-112, 2001.

FIEDLER, N. C.; WANDERLEY, F. B.; GUIMARÃES, P. P.; PERONI, L.; ALVES, R. T.; MÔRA, R. Avaliação dos limites recomendados de cargas manuseadas na produção de mudas em viveiros florestais. **Revista Floresta**. Curitiba, v. 39, n. 4, p. 773-782, out./dez. 2009.

FIEDLER, N. C.; WANDERLEY, F. B.; NOGUEIRA, M.; OLIVEIRA, J. T. S.; GUIMARÃES, P. P.; ALVES, R. T. Otimização do layout de marcenarias no sul do Espírito Santo baseado em parâmetros ergonômicos e de produtividade. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 33, n. 1, p.161-170, 2009.

FONTANA, G.; SEIXAS, F. Avaliação ergonômica do posto de trabalho de modelos de "forwarder" e "skidder". **Revista Árvore**. Viçosa, v. 31, n. 1, p. 71-81, 2007.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**, 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. 244p.

GAROTTI, L. V. **O trabalho e produção continuada: uma abordagem ergonômica na indústria de petróleo**. São Paulo: EPSP, 2006. 164f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2006.

GOUVEA, T. C. **Avaliação do conforto térmico: uma experiência na indústria de confecção**. Campinas, SP: UNICAMP, 2004. 164f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, SP, 2004.

GRANDJEAN, E. **Fitting the task to the man - an ergonomic approach**. London: Taylor e Francis, 1982. 379 p.

GUIMARAES, N. **Equipamentos de construção e conservação**, Ed. Revisada, Curitiba: Ed. UFPR, 2010.

HACKENBERG, A. M. **Conforto e “stress” térmico em indústrias: pesquisas efetuadas nas regiões de Joinville-SC e Campinas-SP**. Campinas, SP: UNICAMP, 2000. 270f. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, SP, 2000.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e produção**, 2. ed. Revisada e ampliada. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION - IEA. **Revista Ação ergonômica**. Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, set/ 2008.

JAGLBAUER, V. **Contribuição à melhora das condições ambientais de trabalho através do aprimoramento da iluminação e galpões e pátios cobertos em indústria mineral**. São Paulo, SP: USP, 2007. 188f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2007.

KILESSE, R.; FERNANDES, H. C.; SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J.; TEIXEIRA, M. M. Avaliação de fatores ergonômicos em postos de trabalho de motoristas de caminhões utilizados no meio agrícola. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa, v. 14, n. 3, 202-211, jul./set. 2006.

LIMA, J. S. S. **Avaliação da força de arraste, compactação do solo, e fatores ergonômicos num sistema de colheita de madeira, utilizando os tratores florestais “Feller-Buncher” e “Skidder”**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 132f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1998.

LOPES, E. S.; DOMINGOS, D. M.; PERRELLI, J. E. Avaliação de fatores do ambiente de trabalho em uma indústria de erva-mate (*Ilex paraguariensis* st. Hill.) na região centro-sul do Estado do Paraná. **Cerne**. Lavras, v. 12, n. 4, p. 336-341, out./dez. 2006.

LOPES, E. S.; ZANLORENZI, E.; COUTO, L. C. Análise de fatores humanos e condições de trabalho de operadores de motosserra. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 177-183, 2003.

LONGUI, F.C.; FERNANDES, L. S.; RINALDI, P. C. N. Níveis de ruído emitidos por diferentes equipamentos em uma fábrica de ração. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa, v. 17, n. 6, p. 446-453, nov./ dez. 2009.

MÁSCIA, F. L.; SANTOS, N. Análise ergonômica de um centro de controle. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 4., 1989, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: ABERGO, 1989. p. 69-76.

MARMARAS, N.; NATHANAEL, D. Workplace design. In: SALVENDY, G. **Handbook of human factors and ergonomics**. Indiana, United States of America. John Wiley e Sons, 2006, cap. 22, p. 575-589.

MAZON, A. A. O.; SIL, R. G. O.; SOUZA, H. A. Ventilação natural em galpões: o uso de lanternis nas coberturas. **Revista Escola de Minas**. Ouro Preto, v. 59, n. 2, 2006.

MINETTE, L. J. **Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestas com motosserra**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 211f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.

MINETTE, L. J.; SILVA, E. P.; SOUZA, A. P.; SILVA, K. R. Avaliação dos níveis de ruído, luz e calor em máquinas de colheita florestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 11, n. 6, nov./dez. 2007.

MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P.; ALVES, J. U.; FIEDLER, N. C.. Estudo antropométrico de operadores de motosserra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 6, n. 1, jan./abr. 2002.

MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P.; SILVA, E. P.; MEDEIROS, M. N. Postos de trabalho e perfil de operadores de máquinas de colheita florestal. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 55, n. 1, p. 66-73, 2008.

Ministério da Saúde (Brasil) - Universidade Federal de Minas Gerais (convênio). Programa Viva legal/TV Futura. Ambientes saudáveis - a qualidade da empresa passa pela saúde do trabalhador. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

NORMA REGULAMENTADORA – NR 15. Atividades e operações insalubres. In: **Segurança e medicina do trabalho**. 61. ed. São Paulo: Atlas, p. 138-220, 2007.

NORMA REGULAMENTADORA – NR 17. Ergonomia. In: **Segurança e Medicina do Trabalho**. 61. ed. São Paulo: Atlas, p. 232-245, 2007.

NUNES, D. A. **Estudo da ventilação natural por efeito do vento em pavilhões industriais utilizando modelos reduzidos**. Porto Alegre, RS: UFRS, 2006. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.

PERINI, T. A.; OLIVEIRA, G. L.; ORNELLAS, J. S.; OLIVEIRA, F. P. Cálculo do erro técnico de medição em antropometria. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. Niterói, v. 11, n. 1, jan./fev. 2005. ISSN 1517-8692.

PIGNATE, W. A.; MACHADO, J. M. H. Riscos e agravo à saúde e à vida dos trabalhadores das indústrias madeireiras de Mato Grosso. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v. 10, n.4, p. 961-973, 2005.

PIMENTA, A. S.; MINETTE, L. J.; FARIA, M. M.; SOUZA, A. P.; VITAL, B. R.; GOMES, J. M. Avaliação do perfil de trabalhadores e de condições ergonômicas na atividade de produção de carvão vegetal em bateria de fornos de superfície do tipo “rabo-quente”. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 30, n. 5, p.779-785, 2006.

SANT’ANNA, C. M.; MALINOVSKI, J. R.; PIOVESAN, A. Estudo do perfil físico adequado de operadores de motosserra para o corte de eucalipto em região montanhosa. **Cerne**. Lavras, v. 6, n. 2, p.095-103, 2000.

SANTOS, N.; DUTRA, A. R.; RIGHI, C. A. R.; FIALHO, F. A. P.; PROENÇA, R. P. C. **Antropotecnologia: a Ergonomia dos Sistemas de Produção**. 1. ed. Curitiba: Genesis, v. 1, 360p. 1997.

SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. Manuais de Legislação Atlas. Portaria n.º3.214/78 do Ministério do Trabalho. 63. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 799 p.

SERRANO, R. C. **Novo equipamento de medições antropométricas**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1996. 31p.

SILVA, E. P.; COTTA, R. M. M.; SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J.; VIEIRA, H. A. N. F. Diagnóstico das condições de saúde de trabalhadores envolvidos na atividade em extração manual de madeira. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 34, n. 3, p. 561-565, 2010.

SILVA, K. R.; SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J.; COSTA, F. F.; FIALHO, P. B.. Avaliação antropométrica de trabalhadores em indústrias do polo moveleiro de Ubá, MG. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 30, n. 4, p. 613-618, 2006.

SILVEIRA, J. C. M.; FERNANDES, H. C.; RINALDI, P. C. N.; MODOLO, A. C. Níveis de ruído em função do raio de afastamento emitido por diferentes equipamentos em uma oficina agrícola. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa, v. 15, n. 1, p.66-74, jan./mar. 2007.

TAMAYO, A.; PASCHOAL, T. A. Relação da Motivação para o Trabalho com as Metas do Trabalhador. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 7, n. 4, p. 33-54, out./dez. 2003.

TOLFO, S. R.; PICCININI, V. C. As Melhores Empresas para Trabalhar no Brasil e a Qualidade de Vida no Trabalho: Disjunções entre a Teoria e a Prática. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 5, n. 1, p. 165-193, jan./ abr. 2001.

TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S. Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério. **Produção**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 609-624, set./dez. 2008.

VASCONCELOS, C. S. F.; VILLAROUCO, V.; SOARES, M. M. Avaliação ergonômica do ambiente construído: estudo de caso em uma biblioteca universitária. **Revista Ação Ergonômica**. Rio de Janeiro, v. 4; n. 1, out/2009.

VERDUSSEN, R. **Ergonomia: a racionalização humanizada do trabalho**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978. 161p.

VILLAROUCO, V.; ANDRETO, L. F. M. Avaliando desempenho de espaços de trabalho sob o enfoque da ergonomia do ambiente construído. **Produção**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 523-539, set./dez. 2008.

VOSNIAK, J. **Análise de variáveis ergonômicas em operações de implantação florestal**. Irati, PR: UNICENTRO, 2009. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, PR, 2009.

APÊNDICE

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS FUNCIONÁRIOS DA
EMPRESA DE PRODUÇÃO DE FERRAMENTAS FLORESTAIS.

1 – Dados gerais do trabalhador.

Nome: _____ Sexo: () M () F
Idade: _____ Estatura: _____ Peso: _____
Naturalidade: _____
Estado Civil: () Casado () União Estável () Solteiro
() Divorciado () Viúvo
Possui casa própria: () Sim () Não
Escolaridade:
() Analfabeto () Ensino Fundamental Incompleto
() Ensino Fundamental Completo () Ensino Médio Incompleto
() Ensino Médio Completo () Ensino Superior
Origem: () Rural () Urbana Destreza: () Direito () Canhoto
Tipo de Vínculo: () Efetivo () Contrato Temporário

2 – Horário de trabalho.

Cargo/Função: _____
Tempo na empresa: _____
Salário mensal: () Um salário mínimo () 1,5 salário mínimo
() 2 salários mínimos
Horário de trabalho:
Segunda a sexta: Entrada: _____ Intervalo para almoço: _____ Saída: _____
Sábado: Entrada: _____ Saída: _____
Você gostaria de alterar seu horário de trabalho? () Sim () Não
Você já fez horas-extras? () Sim () Não
Distância da residência em Km: _____
Meio de transporte: () Próprio () Oferecido pela empresa () Outros: _____

3 – Características da função.

Você já trabalhou em outras empresas? () Sim () Não
Por que motivo você escolheu a função que você desempenha?

Melhor salário Falta de outras oportunidades Trabalho mais fácil

Gosta do trabalho Única função que sabe exercer

Experiência na função Outros:

Das atividades diárias de seu trabalho, qual você considera:

Maior preferência? Menor preferência? Mais fácil? Mais difícil?

Mais perigosa? Menos perigosa? Mais cansativa? Menos cansativa?

Você realiza serviços que não pertencem a sua função diária?

Sim Não

Quais? Se sente bem nessa função? Sim Não

Seu trabalho é muito repetitivo? Sim Não

Você considera seu trabalho:

Extremamente pesado Pesado Moderado Leve

Você é quem controla seu ritmo de trabalho? Sim Não

Como são executadas as pausas: Programadas Espontâneas

Você sente muito cansaço físico após a jornada de trabalho? Sim Não

Tem vontade de mudar de função? Sim Não

Para quais?

Quais os principais motivos que contribuem para ter um baixo rendimento no trabalho:

Pressão para atingir a produção Insegurança

Falta de treinamento Baixa remuneração

Falta de supervisão Desconforto

Quanto a sua frequência:

Falta frequentemente Nunca falta Quando necessário

Motivos:

Você está satisfeito com seu trabalho na empresa:

Satisfeito Pouco satisfeito Insatisfeito

4 - Hábitos, costumes e vícios.

Você fuma? () Sim () Não

Você consome bebidas alcoólicas? () Sim () Não

() Todo dia () Sábado e domingo () Sábado ou domingo

() Ocasões especiais () Outros

Você tem hábito de jogar? () Sim () Não

() Todo dia () Sábado e domingo () Sábado ou domingo

() Ocasões especiais () Outros

Você bebe cafezinho? () Sim () Não

Qual origem da água que você bebe durante o trabalho?

Quais refeições você faz por dia?

() Café da manhã () Lanche da manhã () Almoço

() Lanche da tarde () Jantar () Lanche da noite

A empresa fornece lanches? () Sim () Não

Quanto ao seu período de sono:

A que horas você dorme em dias de trabalho?

A que horas você acorda para o trabalho?

Horas de sono:

Você considera suficiente seu período de sono? () Sim () Não

5 – Saúde.

Você tem algum problema de saúde ultimamente? () Sim () Não

Se sim, quais?

Você sente dores na região dos olhos decorrentes do esforço visual durante a execução de alguma atividade? () Sim () Não

Se sim, decorrente de qual atividade?

Seus olhos se irritam facilmente? () Sim () Não

Se sim, qual a causa da irritação?

Você possui dificuldades para ouvir quando se encontra fora do ambiente de trabalho? () Sim () Não

Você sente dores de ouvido? () Sim () Não

Você tem problemas respiratórios? () Sim () Não

Se sim, decorrente de que?

Já sofreu acidentes de trabalho?

Parte do corpo atingida:

Na sua opinião qual motivo levou ao acidente?

- Falta de conhecimentos sobre a operação Falta de EPIs
 Descuido de sua parte Falta de conhecimentos sobre o treinamento
 Pressão da supervisão para que o trabalho seja rápido
 Entulhos no local de trabalho Cansaço Outros
Você geralmente sente sono durante o trabalho? Sim Não

Qual a principal causa?

Você realizou exames pré-admissionais antes de ser contratado pela empresa?

- Sim Não

Quais as partes do corpo e que você sente mais dores?

6 – Equipamentos de proteção individual.

A empresa fornece os EPIs necessários? Sim Não

A empresa exige que você utilize os EPIs fornecidos? Sim Não

Sua reposição ocorre de maneira adequada? Sim Não

Você acha necessário o uso de EPIs? Sim Não

Sobre os EPIs, você considera:

Mais importante:

Não acha necessário:

Os EPIs lhe incomodam? Sim Não

Quais?

Você já deixou de sofrer acidente devido ao uso de um EPI? Sim Não

Qual EPI que evitou o acidente?

Qual acidente foi evitado?

Os EPIs são suficientes na prevenção de acidentes?

Que atividade ou máquina que lhe causa mais medos de acidentes?

Você considera seu trabalho perigoso?

7 – Treinamento.

O treinamento foi ministrado por meio de:

- Emprego atual Empregos anteriores Chefia
 Colega de trabalho Ensino médio/profissional

Cursos/ treinamento

Quando foi realizado esse treinamento:

Antes de começar a trabalhar nessa função.

Depois de certo tempo que já exercia a função.

Você acha o treinamento importante para executar seu trabalho?

Sim Não

Gostaria de receber mais treinamentos para aperfeiçoar alguma técnica de trabalho na sua função? Sim Não

Quais?

Seu superior está sempre lhe orientando sobre a melhor forma de execução do trabalho?

Sempre Pouco Muito pouco Dificilmente Nunca

Você tem conhecimento sobre Cipa/Normas de segurança do trabalho e legislação:

Sim Não

8 – Segurança das máquinas e equipamentos.

Quais máquinas você utiliza diariamente no trabalho? São fáceis de operar?

Oferecem boa segurança? As máquinas possuem algum dispositivo de proteção?

O posicionamento e/ou a distância entre as máquinas ou pessoas da equipe atrapalham a execução das atividades?

9 – Ambiente de trabalho.

Existe alguma vibração decorrente ao uso de alguma máquina, equipamento ou ferramenta? Qual?

A vibração é considerada excessiva?

Que parte do corpo é mais atingida pela vibração?

Quanto à temperatura no ambiente de trabalho, você considera:

Ideal Deficiente Excessiva Outros:

A temperatura, quando deficiente, influencia negativamente o rendimento de suas atividades?

Sim Não

Quanto à iluminação no ambiente de trabalho, você considera:

Ideal Deficiente Excessiva Outros:

Quanto à ventilação no ambiente de trabalho, você considera:

Ideal Excessiva Suficiente Não há ventilação Outros

Existe poeira no ambiente de trabalho? Sim Não

A poeira causa algum tipo de problema a você? Sim Não

Você considera excessivos os ruídos produzidos pelas máquinas?

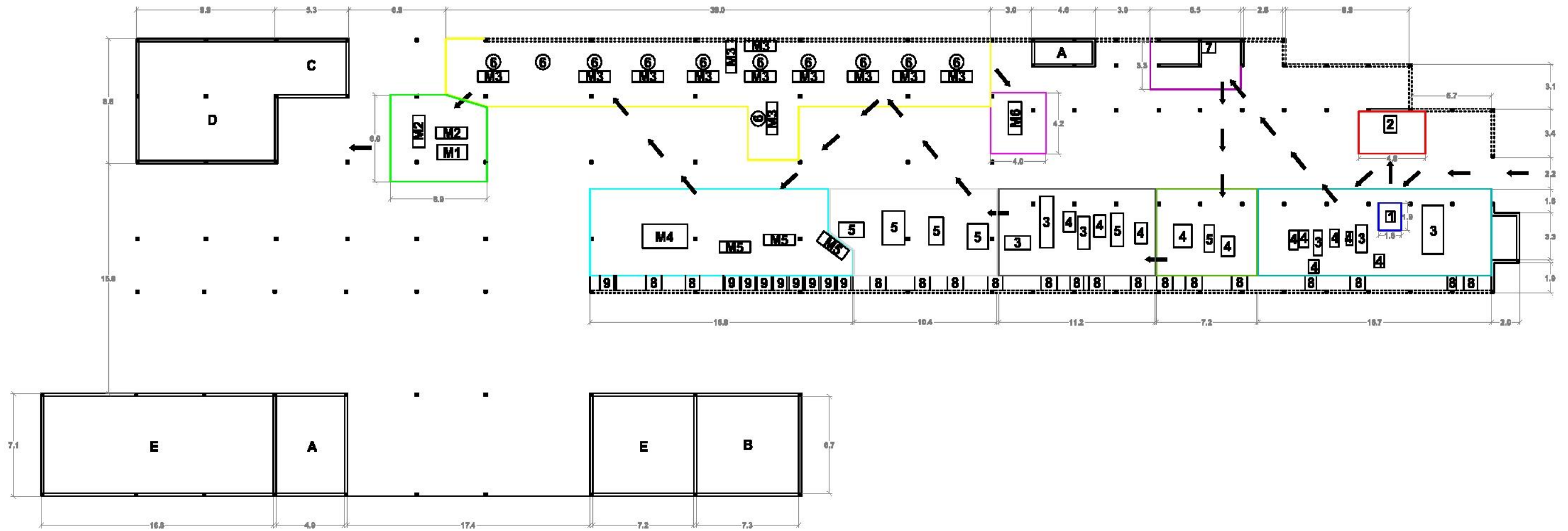
Sim Não

Atrapalha na execução das atividades? Sim Não

Existem odores no local de trabalho? Sim Não

Causa algum tipo de problema a você? Sim Não

Gostaria de fazer algum comentário complementar sobre as atividades e as condições de trabalho?



Legenda

- | | | |
|---------------------|------------------------------|----------------------|
| □ Área de corte 1 | M1 Mesa de envernizamento 1 | 1 Máquina de corte 1 |
| □ Área de corte 2 | M2 Mesa de envernizamento 2 | 2 Máquina de corte 2 |
| □ Região de orvado | M3 Mesa de esmeril | 3 Forjadora |
| □ Área de viragem | M4 Reservatório de óleo | 4 Prensa |
| □ Área da forjadora | M5 Mesa da têmpera | 5 Marcadora |
| □ Área marcadora | M6 Mesa de inserção de cabos | 6 Esmeril |
| □ Têmpera | A Banheiro | 7 Máquina de Solda |
| □ Inserção de cabos | B Almojarifado | 8 Forno |
| □ Esmeril | C Escritório | 9 Têmpera aberta |
| □ Envernizamento | D Depósito de matéria-prima | |
| □ Soldagem | E Depósito de ferramentas | |

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais

Apêndice:

02

pag.: 95

Data:

11/02/2011

Local:

LP Ferramentas Agrícolas S.A (Fazenda São Bento)

Nome:

Pompeu Paes Guimarães

Descrição:

Planta Baixa do layout original do galpão de produção de ferramentas

Área:

2300 m²

Escala:

1 : 300

ANEXOS

ANEXO 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Nós, colaboradores da empresa, fomos convidados a participar de um estudo denominado: “Fatores ergonômicos das atividades em uma fábrica de ferramentas”, cujo objetivo principal é avaliar as condições ergonômicas e de trabalho dos trabalhadores da empresa. A coleta de dados faz parte de projeto de pesquisa vinculado ao Programa de Mestrado em Ciências Florestais da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES.

Sabe-se que, para o avanço da pesquisa, a participação de voluntários é de fundamental importância. Nesse sentido, aceito a presença do pesquisador Pompeu Paes Guimarães para aplicação de questionários e coleta de variáveis ergonômicas durante os momentos do trabalho.

Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, nossos nomes, ou qualquer outro dado confidencial, serão mantidos em sigilo. A elaboração final dos dados será feita de maneira codificada, respeitando o imperativo ético da confidencialidade.

Estamos cientes de que podemos nos recusar a participar do estudo, ou retirar nosso consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, nem sofrer qualquer dano.

O pesquisador envolvido com o referido projeto estará à disposição, com a qual nós poderemos manter contato pelo telefone: xxxxxxxxxx. Estão garantidas todas as informações que nós quisermos saber antes, durante e depois do estudo.

Lemos, portanto, este termo, fomos orientados quanto ao teor da pesquisa acima mencionada e compreendemos a natureza e o objetivo do estudo do qual fomos convidados a participar. Concordamos voluntariamente em participar desta pesquisa, **sabendo que não receberemos nem pagaremos nenhum valor econômico por nossa participação.**

Pesquisador: Pompeu Paes Guimarães

Orientador: Nilton César Fiedler

Entrevistado

Jerônimo Monteiro, xx/xx/xx

Obs: Adaptado de VOSNIAK (2009).