

RAULCHELISON TAVARES FERNANDES

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET) EM LINHA DE INSERÇÃO
MANUAL DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL NO SEGMENTO ELETROELETRÔNICO**

MANAUS – AM
2022

RAULCHELISON TAVARES FERNANDES

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET) EM LINHA DE INSERÇÃO
MANUAL DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL NO SEGMENTO ELETROELETRÔNICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental - PPG.EGPSA, do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia- ITEGAM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Roberval M. B. de Lima

**MANAUS – AM
2022**

RAULCHELISON TAVARES FERNANDES

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO EM LINHA DE INSERÇÃO
MANUAL DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL NO SEGMENTO
ELETROELETRÔNICO**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia – ITEGAM.

Manaus, 10 de dezembro de 2022



Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite

Coordenador do PPG.EGPSA - ITEGAM

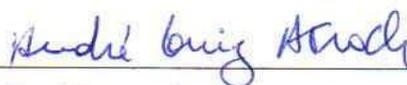
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Roberval Monteiro Bezerra
Orientador (PPG.EGPSA/ITEGAM)



Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite
Examinador Interno (PPG.EGPSA/ITEGAM)



Prof. Dr. André Luiz Atroch
Examinador Externo (EMBRAPA)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Biblioteca do ITEGAM**

Fernandes, Raulchelison Tavares, 2022 - ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET) EM LINHA DE INSERÇÃO MANUAL DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL NO SEGMENTO ELETROELETRÔNICO / Raulchelison Tavares Fernandes - 2022. 89 f., il: Colorido

Orientador: Dr(a). Roberval Monteiro Bezerra de Lima

Dissertação: Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia, Programa de Pós Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental (PPG-EGPSA), Manaus - AM, 2022.

1. Ergonomia 2. Produtividade 3. AET 4. Antropometria 5. Absenteísmo 6. Industria eletroeletrônica

CDD - 1001.ed.2022.37

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Jeová Deus, pois a fé foi o meu combustível e força motriz para o aprendizado, experiência e vontade de realizar esta pesquisa.

Aos meus queridos e amados pais e toda a minha família que sempre me apoiou, incentivou e acreditou nos meus sonhos.

À minha querida namorada que está sempre ao meu lado em todos os momentos.

A todos meus amigos e colegas de trabalho que ao longo da minha jornada sempre me apoiaram.

Ao grupo TPV que me proporcionou mais essa oportunidade acreditando no meu potencial em especial ao Sr. Marcio Nadalin Ferez e Sr. Francisco Raimundo Fernandes da Silva.

Ao meu mentor Doutor Jandecy Cabral Leite pelos ensinamentos, experiências e incentivo à pesquisa.

Ao meu orientador Doutor Roberval Monteiro Bezerra de Lima que contribuiu ativamente para este trabalho com ensinamentos, orientações e experiências na qual sem isso este trabalho não seria possível.

Ao corpo docente do **Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental** do **ITEGAM** na qual foi solícito e atendeu as expectativas de aprendizado em aulas.

Ao **ITEGAM** e a coordenação acadêmica por disponibilizar toda a infraestrutura e equipamentos para estudo e análises laboratoriais em aulas.

Aos colaboradores do **ITEGAM** que sempre apoiaram e incentivaram esta pesquisa, e todas as pessoas que acompanharam a minha vida acadêmica e que permitiram o meu amadurecimento enquanto aluno.

Epígrafe

“Te dedicas e serás mestre”

Raimundo N. R. Fernandes.

Dedicatória

Dedico esta pesquisa a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a sua realização: a Jeová Deus, à minha família, ao grupo TPV, aos amigos e colegas de trabalho e todos da comunidade científica.

RESUMO

FERNANDES, Raulchelison Tavares. **ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET) EM LINHA DE INSERÇÃO MANUAL DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL NO SEGMENTO ELETROELETRÔNICO**. 2022. 89 Folhas. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental (EGPSA), Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), Manaus, 2022.

A análise ergonômica do trabalho (AET) tem como princípio identificar e tentar prevenir as possíveis doenças que se desenvolvem lentamente devido a movimentos repetitivos, posturas desfavoráveis, móveis sem conforto e desconforto visual, acarretando para a organização a perda de produtividade, insatisfação do funcionário, e elevação dos custos. O ambiente de trabalho e mobiliário inadequado também pode levar a redução da produtividade nas empresas, pois se não estiver ajustado aos biótipos pode levar a ocorrência de doenças do trabalho. Um dos grandes desafios da ergonomia aplicada ao trabalho é conceber ou adaptar postos de trabalho e ferramentas à diversidade morfológica da população. A análise acurada dos diversos segmentos é feita segundo as técnicas da antropometria, que é o estudo das medidas físicas do corpo humano. Esta pesquisa teve como objetivo “aplicar a análise ergonômica do trabalho (AET) na linha de produção de uma empresa do segmento eletroeletrônico para promover melhoria no posto de trabalho visando a qualidade de vida, bem-estar e segurança dos funcionários”. Na metodologia do estudo foi realizado levantamento populacional dos biótipos da empresa por meio de avaliação antropométrica; analisado os movimentos do corpo humano com ênfase nos membros superiores conforme as condições do seu posto de trabalho; implementado conceitos ergonômicos na linha de produção; adequado os postos de trabalho aos funcionários; e por fim monitorado, acompanhado e comparado os resultados da produtividade após implantação das melhorias ergonômicas. Para analisar os resultados dessa pesquisa, foi realizado uma amostragem com 375 funcionários com ênfase na linha de produção de inserção manual. A análise antropométrica mostrou que há diferença entre os biótipos masculino e feminino. Com o feminino mais concentrado em torno da média e o masculino apresentando uma cauda maior da distribuição. A análise ergonômica do trabalho identificou a necessidade de adaptação, alteração e mudanças nos postos de trabalho que começam nos equipamentos permeando com a melhoria da postura dos funcionários que operam nas linhas de produção. Após a implantação das melhorias, a análise ex-post, mostrou que as metas propostas pela empresa de produtividade, qualidade, e absenteísmo foram alcançadas, com médias de 780,2 unidades hora/homem, 281,4 peças/milhão e 1,8%, respectivamente.

Palavras-chave: Ergonomia; Produtividade; AET; Antropometria; Absenteísmo; Industria eletroeletrônica.

ABSTRACT

FERNANDES, Raulchelison Tavares. **ERGONOMIC ANALYSIS OF THE WORK (EAW) IN A MANUAL INSERTION LINE OF INDUSTRIAL PRODUCTION IN THE ELECTRO-ELECTRONIC SEGMENT.** 2022. 89 Sheets Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental (EGPSA), Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), Manaus, 2022.

The ergonomic analysis of work (EAW) has as its principle to identify and try to prevent possible diseases that develop slowly due to repetitive movements, unfavorable postures, furniture without comfort and visual discomfort, causing for the organization the loss of productivity, employee dissatisfaction, and increased costs. The inadequate working environment and furniture can also lead to reduced productivity in companies, because if not adjusted to biotypes can lead to the occurrence of occupational diseases. One of the great challenges of ergonomics applied to work is to design or adapt workstations and tools to the morphological diversity of the population. The accurate analysis of the various segments is done according to the techniques of anthropometry, which is the study of the physical measurements of the human body. This research aimed to "apply the ergonomic analysis of work (EAW) in the production line of a company in the electro-electronic segment to promote improvements in the workplace aiming at the quality of life, well-being, and safety of the employees". In the study methodology, a population survey of the company's biotypes was carried out through anthropometric evaluation; the human body movements were analyzed, with emphasis on the upper limbs, according to the conditions of their workstation; ergonomic concepts were implemented in the production line; the workstations were adapted to the employees; and, finally, the results of productivity were monitored, followed up, and compared after the ergonomic improvements were implemented. To analyze the results of this research, a sampling of 375 employees was carried out with emphasis on the manual insertion production line. The anthropometric analysis showed that there is a difference between male and female biotypes. With the female more concentrated around the mean and the male presenting a larger tail of the distribution. The ergonomic analysis of the work identified the need for adaptation, alteration and changes in the workstations that start in the equipment permeating with the improvement of the posture of the employees that operate in the production lines. After the implementation of the improvements, the ex-post analysis showed that the company's proposed targets for productivity, quality, and absenteeism were met, with averages of 780.2 units/man-hour, 281.4 pieces/million, and 1.8%, respectively.

Keywords: Ergonomics; Productivity; EAW; Anthropometrics; Absenteeism; Electrical and Electronics Industry.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Membro dominante dos colabores por sexo masculino e feminino..... | 31 |
| Figura 2. Antropometria para o maior biótipo referente à altura 1,95 m..... | 32 |
| Figura 3. Antropometria para o menor biótipo referente à altura 1,44..... | 32 |
| Figura 4. Valores máximo e mínimo (4A), boxplot (4B), histograma por sexo (4C) e gráfico violino (4D) para a variável altura..... | 33 |
| Figura 5. Valores máximo e mínimo (5A), boxplot (5B), histograma por sexo (5C) e gráfico violino (5D) para a variável pegada do ombro | 34 |
| Figura 6. Valores máximo e mínimo (6A), boxplot (6B), histograma por sexo (6C) e gráfico violino (6D) para a variável pegada do ombro. | 36 |
| Figura 7. Valores máximo e mínimo (6A), boxplot (6B), histograma por sexo (6C) e gráfico violino (6D) para a variável “altura nádega-chão” | 37 |
| Figura 8. Valores máximo e mínimo (6A), boxplot (6B), histograma por sexo (6C) e gráfico violino (6D) para a variável “altura poplietal” | 38 |
| Figura 9. Características da linha de inserção manual (IM) 2. | 40 |
| Figura 10. Jornada de trabalho e pausas | 40 |
| Figura 11. Características das cadeiras utilizadas na linha de produção. | 41 |
| Figura 12. Modelos novos de cadeiras | 42 |
| Figura 13. Modelo de apoio para os pés | 42 |
| Figura 14. Disposição dos postos de trabalho na linha de inserção manual..... | 43 |
| Figura 15. Áreas de alcance dos trabalhadores..... | 44 |
| Figura 16. Posição das placas | 45 |
| Figura 17. Movimentos do trabalhador no manuseio das placas..... | 45 |
| Figura 18. Aplicação da etiqueta na placa..... | 46 |
| Figura 19. Envio da placa para o próximo posto. | 46 |
| Figura 20. Desmembramento das placas | 47 |
| Figura 21. Dificuldade no uso das cadeiras | 47 |
| Figura 22. Carrinhos para acomodar as placa em magazines..... | 48 |
| Figura 23. Recomendações para posição da máquina depanelizadora e carrinho..... | 49 |
| Figura 24. Elevação do suporte da máquina depanelizadora..... | 50 |
| Figura 25. Postura dos trabalhadores na aplicação da cola | 50 |
| Figura 26. Ajuste do balancim..... | 51 |
| Figura 27. Colocação da longarina | 51 |
| Figura 28. Embutir recipientes rasos para os componentes..... | 53 |
| Figura 29. Alinhar balancim com a pistola..... | 53 |
| Figura 30. Inserção Manual dos componentes | 54 |
| Figura 31. Uso das dedeiras na aplicação dos componentes | 55 |
| Figura 32. Movimento dos braços na inserção dos componentes | 55 |
| Figura 33. Configuração da esteira em sistema indexado. | 57 |
| Figura 34. Instalar recipientes para componentes no meio das esteiras | 57 |
| Figura 35. Modificação no layout da IM para melhoria da movimentação..... | 57 |

| | |
|---|----|
| Figura 36. Adaptação da esteira para minimizar o movimento de flexão dos braços e tronco. | 58 |
| Figura 37. Movimentos dos trabalhadores no reparo dos componentes..... | 58 |
| Figura 38. Destacamento das longarinas | 59 |
| Figura 39. Inspeção visual da placa..... | 59 |
| Figura 40. Manuseio da placa para o posto seguinte | 60 |
| Figura 41. Dificuldades de movimentação no desenvolvimento da função. | 60 |
| Figura 42. Diminuição da largura da esteira melhorando o segmento da placa | 62 |
| Figura 43. Recipiente para depositar as longarinas | 62 |
| Figura 44. Retirar o suporte da frente do trabalhador..... | 63 |
| Figura 45. Ajuste da mesa para que o trabalhador se aproxime mais da esteira | 63 |
| Figura 46. Manutenção no encosto das cadeiras | 64 |
| Figura 47. Alteração do layout da mesa dos postos de reparo dos componentes | 64 |
| Figura 48. Ciclo de trabalho no posto 5 de revisão da solda | 65 |
| Figura 49. Inspeção da solda | 65 |
| Figura 50. Uso do ferro de solda | 66 |
| Figura 51. Segmento da placa após uso do ferro de solda..... | 66 |
| Figura 52. Ausência de apoio para os pés | 66 |
| Figura 53. Realocação do suporte utilizado para o ferro de solda..... | 68 |
| Figura 54. Reposicionar a tubulação do sistema de exaustão..... | 68 |
| Figura 55. Posicionamento para corte dos terminais | 69 |
| Figura 56. Processo de corte dos terminais | 69 |
| Figura 57. Passo a passo dos cortes..... | 70 |
| Figura 58. Colocação da manta e placa na esteira..... | 70 |
| Figura 59. Realocação do carrinho..... | 71 |
| Figura 60. Posicionar a mesa utilizada pelos postos de “Reparo de componentes” e “Revisão de solda” sobre a esteira | 72 |
| Figura 61. Posicionar a placa de frente ao trabalhador e de forma inclinada no momento de se fazer o corte da extremidade dos terminais | 73 |
| Figura 62. Instalar suporte sobre a esteira e transferir para ele as mantas que hoje estão situadas na parte de cima da esteira..... | 73 |
| Figura 63. Rotina do operador que atua no equipamento ICT | 74 |
| Figura 64. Passo a passo do teste de ICT | 74 |
| Figura 65. Finalização do teste | 75 |
| Figura 66. Aproximar o aparelho de teste em direção ao trabalhador de maneira que a colocação e a retirada da placa sejam feitas mais próximas da sua área de alcance..... | 76 |
| Figura 67. processo de corte das quatro partes serrilhadas no contorno da placa | 77 |
| Figura 68. Manuseio da máquina para corte das quatro partes da placa | 78 |
| Figura 69. Finalização do ciclo e devolução da placa na manta..... | 78 |
| Figura 70. Girar 90° a máquina de depanelização..... | 80 |
| Figura 71. Movimentos de alcance..... | 81 |
| Figura 72. Apoio para os pés..... | 81 |
| Figura 73. Novo layout da área de trabalho..... | 82 |
| Figura 74. Meta alvo e atual de Absenteísmo, ano 2021..... | 82 |

| | |
|--|----|
| Figura 75. Meta alvo e atual de absenteísmo, ano 2022..... | 83 |
| Figura 76. Produtividade homem/hora (UPH). | 83 |
| Figura 77. Qualidade medida em peças por milhão (PPM), ano 2021..... | 84 |
| Figura 78. Qualidade medida em peças por milhão (PPM), ano 2022..... | 84 |
| Tabela 10 – Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 5: revisão da solda..... | 67 |
| Tabela 11 – Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 6: corte de terminais..... | 71 |
| Tabela 12 – Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 7: teste ICT..... | 75 |
| Tabela 13 – Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 8: depanelização..... | 79 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Sumário estatístico para a variável altura dos colaboradores..... | 30 |
| Tabela 2. Sumário estatístico para a variável “pegada do ombro” dos colaboradores | 34 |
| Tabela 3. Sumário estatístico para a variável “altura do cotovelo sentado” dos colaborador..... | 35 |
| Tabela 4. Sumário estatístico para a variável “altura nádega-chão” dos colaboradores..... | 36 |
| Tabela 5. Sumário estatístico para a variável “altura poplietal” dos colaboradores..... | 38 |
| Tabela 6. Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 1: etiquetagem | 48 |
| Tabela 7. Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 2: aplicação da cola | 52 |
| Tabela 8 – Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 3: inserção manual A..... | 55 |
| Tabela 9 – Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 4: reparo dos componentes..... | 61 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|-----------------|--|
| AET | Análise Ergonômica do Trabalho |
| DORT | Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho |
| NR 17 | Norma Reguladora 17 |
| LER | Lesão por Esforço Repetitivo |
| SINAN | Sistema de Informação de Agravos de Notificação |
| NIOSH | <i>National Institute for Occupational Safety and Health</i> |
| RULA | <i>Rapid Upperlimb assessment</i> |
| JSI | <i>Job Strain Index</i> |
| OWAS | <i>Ovako Working Posture Analysis System</i> |
| SWAT | <i>Subjective Workload Assessment Technique</i> |
| NASA-TLX | <i>Task Load Index</i> |
| SESMT | Serviço Especializado em Engenharia de Segurança do Trabalho |
| MMII | Membros Inferiores |
| MMSS | Membros Superiores |
| UPH | Unidade Peça Hora |
| PPM | Partes Por Milhão |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1. | 17 |
| 1 INTRODUÇÃO | 19 |
| 1.1 JUSTIFICATIVA DA DISSERTAÇÃO | 20 |
| 1.2 OBJETIVOS | 21 |
| 1.2.1 Geral | 21 |
| 1.2.2 Específicos | 21 |
| 1.3 ESCOPO DO TRABALHO | 21 |
| CAPÍTULO 2. | 21 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 23 |
| 2.1 CONCEITOS DE ERGONOMIA | 23 |
| 2.2 DISTÚRBIOS OSTEOMUSCULARE RELACIONADOS AO TRABALHO | 24 |
| 2.3 CARGA MENTAL NO TRABALHO | 25 |
| 2.4 OS RISCOS ERGONOMICOS NAS INDÚSTRIAS | 26 |
| 2.5 A ERGONOMIA APLICADA NAS INDÚSTRIAS | 27 |
| 2.6 ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO | 27 |
| CAPÍTULO 3. | 27 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS | 29 |
| 3.1 ANÁLISE ERGÔNÔMICA DO TRABALHO (AET) | 29 |
| 3.2 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA | 31 |
| 3.3 A EMPRESA (UNIDADE DE ANÁLISE) | 31 |
| 3.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS | 31 |
| 3.5 BANCO DE DADOS | 31 |
| CAPÍTULO 4. | 30 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 32 |
| 4.1 ANÁLISE ANTROPOMÉTRICA DOS BIÓTIPOS DA EMPRESA | 32 |
| 4.2 ANÁLISE ERGÔNOMICA DO TRABALHO | 39 |
| 4.2.1 Características da linha 2 – Inserção Manual | 39 |
| 4.2.2 Avaliação do posto 1 - Etiquetagem | 44 |
| 4.2.3 Avaliação do posto 2 – Aplicação de Cola | 49 |
| 4.2.4 Avaliação do Posto 3 – Inserção Manual A | 53 |
| 4.2.5 Avaliação do Posto 4 – Reparo dos Componentes | 57 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.6 Avaliação do Posto 5 – Revisão da Solda..... | 63 |
| 4.2.7 Avaliação do Posto 6 – Corte de Terminais | 67 |
| 4.2.8 Avaliação Posto 7 – Teste ICT | 72 |
| 4.2.9 Avaliação do Posto 8 – Depanelização | 75 |
| 4.3 APLICAÇÃO DAS MELHORIAS AOS POSTOS | 79 |
| 4.4 RESULTADOS DA PRODUTIVIDADE APÓS IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS ERGONÔMICAS..... | 80 |
| CAPÍTULO 5. | 83 |
| 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES | 83 |
| 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 83 |
| 5.2 CONCLUSÕES..... | 83 |
| 5.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS | 84 |
| REFERÊNCIAS..... | 85 |

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

O ser humano já foi considerado um complemento da linha de produção, que tinha de se adaptar as novas realidades da revolução industrial, isso fazia com que o trabalhador tivesse que se enquadrar a máquina ou a função, sem levar em consideração os fatores fisiológicos, características individuais, o meio ambiente e as condições inadequadas de trabalho (MOURA, 2019).

Com essa revolução industrial, a mentalidade empresarial passa a compreender que o trabalho deverá ser não somente um meio de sobrevivência, mas também uma motivação, permitindo tanto a satisfação física como a mental. Esta mudança ajudou a enxergar o homem como peça fundamental do sistema de produção, alterando conceitos e surgindo o cuidado em adequar o trabalho, o equipamento e o meio ao homem (ABRAHÃO, 2009).

Esse processo gerou novas percepções, e iniciou-se a busca pela promoção da saúde e qualidade de vida dos trabalhadores que consecutivamente resultaria em aumento da produtividade. Nos anos 40 surge a Ergonomia como uma das ferramentas que se preocupa com o corpo humano e como ele se adapta ao ambiente, ou seja, como as pessoas adequam-se a suas atividades diárias (SILVA, 2010).

Desde então a Ergonomia tem sido aplicada para que haja um engrandecimento no ambiente de trabalho, trazendo uma maior produtividade e satisfação do funcionário dentro da organização laboral. Preocupa-se primeiramente, com os aspectos fisiológicos do trabalho, onde o local de trabalho é ajustado para se adaptar as pessoas e suas condições, a identificação desses aspectos se faz através da análise ergonômica do trabalho (WILSON, 2000).

A análise ergonômica do trabalho (AET) tem como função identificar e tentar prevenir as possíveis doenças que se desenvolvem lentamente devido a movimentos repetitivos, posturas desfavoráveis, móveis sem conforto, desconforto visual, custando para a organização a perda da produtividade, a insatisfação do funcionário, e alguns custos. O ambiente também é um grande responsável pela perda de produtividade nas empresas, pois se não estiver adequado as condições do corpo humano pode causar possíveis doenças (FERREIRA, 2015; IIDA, 2016).

Durante uma jornada de trabalho, os operadores podem assumir inúmeras posturas diferentes e demandar esforços musculares que, no futuro, podem causar Distúrbios

Osteomusculares relacionados ao Trabalho (DORT). Com o crescente uso de computadores nos postos de trabalho, o problema de desajustes posturais e sedentarismo relacionado a essa nova atividade humana é tema de constante discussão. Pode-se citar como resultado dessas discussões, a NR17 (Norma Regulamentadora 17) em seu item 17.1 que visa estabelecer: “as diretrizes e os requisitos que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar conforto, segurança, saúde e desempenho eficiente no trabalho” (BRASIL,1999).

Segundo o Ministério da Saúde (2018) as Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) são as doenças que mais afetam os trabalhadores brasileiros, este levantamento foi constatado através de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), o levantamento aponta que, entre os anos de 2007 e 2016, 67.599 casos de LER/Dort foram notificados à pasta. Neste período, o total de registros cresceu 184%, passando de 3.212 casos, em 2007, para 9.122 em 2016. Tanto o volume quanto o aumento nos casos nesse período sinalizam alerta em relação à saúde dos trabalhadores. A região que registrou o maior número de casos foi o Sudeste, com 58,4% do total de notificações do país no período. Em 2016, os estados que apresentaram os maiores coeficientes de incidência foram Mato Grosso do Sul, São Paulo e Amazonas (BRASIL, 2019).

Um dos grandes desafios da ergonomia aplicada ao trabalho é conceber ou adaptar postos de trabalho e ferramentas a grande diversidade morfológica das populações. Esse problema é mais crítico quando uma população é composta por diferentes raças, como no nosso caso. A medição acurada dos diversos segmentos é feita segundo as técnicas da antropometria, que é o estudo das medidas físicas do corpo humano. O prévio conhecimento dessas medidas é fundamental para projetos de postos de trabalho que proporcionem uma boa postura, conforto, segurança e eficiência dos trabalhadores (GRANDJEAN, 1998).

1.1 JUSTIFICATIVA DA DISSERTAÇÃO

As lesões por esforço repetitivo (LER/DORT) caracterizam um importante agravo à saúde dos trabalhadores da indústria, tanto pelo número de notificações como pelo impacto na capacidade funcional e laboral dos indivíduos. Os centros industriais se destacam em relação ao elevado número de notificações de casos de LER/DORT, e isso se deve às exigências das atividades rigorosas impostas pelas indústrias, onde os trabalhadores são submetidos a um processo de trabalho caracterizado por jornadas de trabalhos extensas e sistemas de horas extras

e são induzidos a competições para ganho de reconhecimento e aumento de produtividade (GHISLENI, MERLO, 2005).

Esta pesquisa foi realizada em uma empresa do polo industrial de Manaus do seguimento eletroeletrônico, com intuito de melhorar a qualidade do trabalho para o homem que é o elemento diferenciador e o grande responsável pelo sucesso da empresa. Por se tratar de uma linha de produção que relaciona as pessoas a seus postos de trabalho, optou-se em analisar os riscos de desenvolvimento de DORT's causadas pelo excesso de trabalho.

Para conseguir identificar esses riscos e então trabalhar nas melhorias, se faz necessário aplicar uma análise ergonômica do trabalho (AET) através dessa metodologia será possível aplicar as estratégias ergonômicas para promover a saúde dos operadores e aumentar a qualidade da produção.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Aplicar a análise ergonômica do trabalho (AET) na linha de produção de uma empresa do segmento eletroeletrônico para promover melhoria no posto de trabalho visando a qualidade de vida, bem-estar e segurança dos funcionários

1.2.2 Específicos

- Realizar levantamento populacional dos biótipos da empresa por meio de avaliação antropométrica.
- Analisar os movimentos do corpo humano com ênfase nos membros superiores conforme as condições do seu posto de trabalho.
- Adequar os postos de trabalho aos funcionários.
- Implementar conceitos ergonômicos na linha de produção.
- Monitorar, acompanhar e comparar os resultados da produtividade após implementação das melhorias ergonômicas.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

A dissertação possui cinco capítulos, sendo estruturada da seguinte forma:

- **Capítulo 1:** Introdução sobre o tema, identificação e justificativa do problema, os objetivos, contribuição e relevância do estudo e delimitação da pesquisa;

- **Capítulo 2:** Neste capítulo, mostra o embasamento teórico e discorre sobre as informações pertinentes a ergonomia incluindo a utilização dos diferentes métodos para aplicação das análises ergonômicas do trabalho;
- **Capítulo 3:** São apresentados os procedimentos metodológicos da pesquisa, os materiais utilizados e métodos realizados para chegar nos resultados e conclusões;
- **Capítulo 4:** Neste capítulo são apresentados os principais resultados pertinentes a aplicação da análise ergonômica do trabalho.
- **Capítulo 5:** No último capítulo é apresentado as conclusões da pesquisa e as sugestões para trabalhos futuros;

CAPÍTULO 2

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, mostra o embasamento teórico e discorre sobre as informações pertinentes a ergonomia incluindo a utilização dos diferentes métodos para aplicação das análises ergonômicas do trabalho, gerando dados para posterior tomadas de decisão, buscando informações necessárias para uma visão prevencionista, aplicado nas atividades que envolvem riscos ergonômicos nas linhas de inserção manual nas indústrias no ramo de eletroeletrônicos e que esses resultados possam contribuir para novas pesquisas.

2.1 CONCEITOS DE ERGONOMIA

A ergonomia estuda as relações entre os indivíduos e outras variedades de elementos do sistema de trabalho visando aplicar princípios teóricos, dados e métodos com objetivo de promover o bem-estar humano e seu desempenho no trabalho. Tem como caráter principal a interdisciplinaridade, que permite aumentar a segurança e saúde no ambiente de trabalho associando o bem-estar dos trabalhadores e a redução de esforços desnecessários ou incorretos nas rotinas diárias (ABRAHÃO, 2009).

De acordo com Iida (2005, p. 22) “a ergonomia, assim como qualquer outra atividade relacionada com o setor produtivo, só será aceita se for capaz de comprovar que é economicamente viável, ou seja, se apresentar uma relação custo/benefício favorável”. Neste contexto, uma intervenção ergonômica antes de ser adotada, deve-se realizar um projeto para poder verificar sua viabilidade, retorno e aumento da qualidade e produtividade.

As inovações no ambiente industrial vêm ocasionando consideráveis mudanças de paradigmas no trabalho, levando as organizações a reverem a relação homem-máquina-ambiente e adaptar os postos de trabalhos visando proporcionar um ambiente mais adequado e confortável para os trabalhadores que nele atuam (FREITAS, 2014).

O ambiente de trabalho expõe os trabalhadores a inúmeros fatores de risco, químicos, físicos e ergonômicos (LUZ et al., 2013). O risco ergonômico envolve repetitividade, posturas inadequadas, mobiliário, ritmo de trabalho, esforço físico, fatores psicossociais e organizacionais, dentre outros. Esses fatores de risco podem levar ao desenvolvimento de doenças relacionadas ao trabalho, que atualmente representam 80% dos afastamentos de trabalhadores no Brasil (BRASIL, 2001).

2.2 DISTÚRBIOS OSTEOMUSCULARES RELACIONADOS AO TRABALHO

Dentre as abordagens da ergonomia, têm-se os distúrbios osteomusculares. Este vem aumentando mundialmente, apresentando-se atualmente como uma das maiores causas de afastamento laboral (MELO et al., 2013).

De acordo com BRASIL (2001), as doenças osteomusculares que afetam profissionais de distintas categorias, são denominadas de Distúrbios Osteomusculares relacionados ao Trabalho (DORT) e Lesões por Esforços Repetitivos (LER). Elas são relacionadas à disfunção no sistema musculoesquelético de pessoas submetidas a atividades recorrentes.

Os sintomas apresentados pelos trabalhadores acometidos com a DORT/LER são fortes dores e a fragilidade dos membros do corpo, principalmente os superiores, podendo influenciar a qualidade de vida do trabalhador e desenvolver incapacidade laboral temporária ou permanente (NETO, LACAZ, PIGNATI, 2014).

Para avaliar o risco de exposições dos trabalhadores ao desenvolvimento de DORT's são utilizados vários métodos, dentre esses pode-se citar os mais utilizados atualmente que são *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) 73,4% para avaliação manual de cargas, *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) 51,6% para análise postural, *delJob Strain Index* (JSI) 39,3% para avaliação de movimentos repetitivos e *Ovako Working Posture Analysis System* (OWAS) 21,4% para análise postural (ASENSIO CUESTA, CECA, MÁZ, 2012).

Estudos realizados em indústrias aplicaram esses métodos e obtiveram dados significativos quanto aos riscos que os funcionários são submetidos durante o desenvolvimento de suas funções. Sánchez-Rosero et al. (2017) ao aplicar o método OWAS identificou que as posturas inadequadas durante o trabalho podem causar danos ao sistema musculoesquelético, principalmente à coluna e pernas, neste mesmo estudo, também foi aplicado o método RULA que identificou risco de lesões em pulso, antebraço, pescoço e coluna, dados esses que corroboram com achados em outros estudos que avaliam os danos causados em trabalhadores do ramo industrial (SILVA, 2018; RODRÍGUEZ-RUIZ, 2011).

Outro estudo realizado por Concepción-Batiz et al. (2016), aplicou o método NIOSH e identificou que 78,9% dos trabalhadores desenvolvem suas atividades em posturas e cargas inadequadas, e ainda 68% sentiam fortes dores por ficarem a maior parte do tempo em pé, 88,6% dos trabalhadores sentem-se cansados e 94% sentem fadiga relacionada a intensidade de trabalho, resultados esses que mostram o quanto a falta de ergonomia prejudica a saúde dos funcionários e resulta em baixa qualidade de produtividade relacionada à exaustão física.

Avila e Braun (2016) aplicaram uma AET utilizando o método RULA para analisar um posto de trabalho em que os operadores manuseiam uma prensa excêntrica, através de entrevista constatam que os entrevistados relatavam dores e desconfortos, que foi confirmada pela aplicação do método RULA que indicou a necessidade de melhoria das posturas, após a aplicação das intervenções ergonômicas, observou-se melhoria nas queixas dos operadores, confirmando a eficácia da ergonomia nas linhas de produção, embora os pesquisadores relatem que há uma dificuldade em avaliar a constância da melhoria, podendo até dizer que a produção sob observação é um fator que pode influenciar nos resultados.

Outro método bastante utilizado para estimar o risco de lesões em punhos e mãos é o método de Morre e Garg ou Stain Index (índice de esforço) que foi desenvolvido em 1995 por MOORE, J. S e GARG, A. A ferramenta Moore Garg avalia o índice de sobrecarga para o membro superior, utiliza como parâmetros duração, frequência do esforço, postura ritmo e duração do trabalho. A sua aplicação resulta de um risco descrito com valores que variam num intervalo de 3 pontos, sendo (< 3) baixo, (3-7) moderado e (> 7) alto (COSTA, J.C.M., KLEIN, A.A., 2016).

Outras características encontradas nos estudos são quanto ao gênero e patologias mais frequentes, Silva e Sousa (2018) concluíram que o sexo mais acometido pelas DORT's é o masculino, e isso pode se explicar por homens geralmente estarem envolvidos em atividades de maior carga e sobrepeso, mas o sexo feminino se caracteriza como o de maior risco quando submetidos a uma ergonomia inadequada, dados que se complementam com um estudo realizado por Alcantara, Nunes e Ferreira (2011), que evidenciou prevalência de tendinites e tenossinovites no sexo feminino por estarem mais envolvidas com trabalhos de destreza manual, e dorsalgia no sexo masculino pela predominância nas funções de sobrecarga e peso.

A literatura é bem enfática e precisa quando aborda as DORT's e LER's que os trabalhadores têm desenvolvido no decorrer de seu labor, embora em seguimentos diferentes, pode-se afirmar que os membros superiores e coluna vertebral são os mais acometidos quando expostos a ergonomia ineficaz.

2.3 CARGA MENTAL NO TRABALHO

A carga mental deve ser considerada e avaliada já que oriunda da carga de trabalho e compreende além de fatores característicos da tarefa ou atividade, também fatores externos, tais como: cultura, capacidade intelectual ou nível de conhecimento, capacidade psicomotora, formação profissional, experiência anterior e fatores ambientais (ruído, calor, luminosidade,

outros). Sendo assim, a carga mental depende das exigências do trabalho e atrelado a isso, da capacidade do trabalhador em realizar seu trabalho (GUÉLANDET et. al., 1975).

Para avaliação da carga mental são utilizadas diversas técnicas, dentre elas as mais conhecidas e aplicadas são SWAT e a NASA-TLX. Sendo o NASA TLX Índice Carga Tarefa desenvolvido por Hart e Staveland (1988) um procedimento de taxa multidimensional que provê uma pontuação global da Carga de Trabalho baseada em uma média ponderada de avaliações em seis subescalas: Exigência (Demanda) Mental, Exigência (Demanda) Física, Exigência (Demanda) Temporal, o Desempenho (Performance) próprio – entendam-se como Níveis de Realização, Esforço e Frustração.

A técnica SWAT foi desenvolvida pelo grupo de pesquisa de Reid, Eggemeier e Shingledecker (1981, 1982) e utiliza-se de procedimentos de análises de dados baseados nas técnicas de medida conjunta (conjoint measurement), indicando que a carga mental de uma tarefa ou atividade é determinada por três dimensões, que seguem: tempo, esforço mental e estresse. Cada dimensão é avaliada por uma escala de três pontos que é definida pelos autores, portanto, as três dimensões avaliadas por meio do SWAT são subdivididas em outras 3 possibilidades de respostas a serem selecionadas pelo avaliado, conforme sua realidade de trabalho. Para aplicar este instrumento, são consideradas duas fases de aplicação: uma de obtenção da escala de carga mental de trabalho e outra propriamente de avaliação dos níveis de carga mental.

2.4 OS RISCOS ERGONOMICOS NAS INDÚSTRIAS

A ergonomia e a engenharia humana englobam debates e estudos com aplicação de ferramentas e métodos que são importantes para entendimento das relações entre o homem e ambiente de trabalho com foco na prevenção de acidentes e doenças osteomusculares nas organizações empresariais, para Bentley (2020) os riscos ocupacionais na ergonomia podem ser diagnosticados e tratados de forma adequada e preventiva pelas empresas.

Embora o desenvolvimento de DORT's esteja relacionado aos esforços físicos e ao trabalho pesado, a saúde mental desses trabalhadores também pode ser afetada, Sala (2021) enfatiza a importância da identificação de fatores psicossociais relacionados ao trabalho que geram desconforto ou doença, achado esse que vai de acordo com Urquhart (2019) que concluiu que riscos ergonômicos podem causar prejuízos irreversíveis a saúde do trabalhador, e em algumas situações o surgimento de distúrbios psicológicos e fisiológicos que podem provocar sérios danos ou alterações no organismo ou estado emocional, comprometendo a produtividade,

saúde, desenvolvimento de DORT/LER, cansaço físico, dores musculares, hipertensão arterial, alteração do sono, diabetes, doenças nervosas, taquicardia, doenças do aparelho digestivo (gastrite e úlcera), tensão, ansiedade, problemas de coluna, etc.

Fantozzi (2020) considera que um ambiente saudável, proporciona maior satisfação ao trabalhador e resulta em motivação interna, ocasionando aumento de produção e qualidade, entre outras metas a serem alcançadas. As empresas precisam explorar recursos tecnológicos para aplicação das medidas ergonômicas que promovam qualidade aos funcionários.

2.5 A ERGONOMIA APLICADA NAS INDÚSTRIAS

A norma regulamentadora Nº 17 (NR17), estabelece as diretrizes e os requisitos que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar conforto, segurança, saúde e desempenho eficiente no trabalho. As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário dos postos de trabalho, ao trabalho com máquinas, equipamentos e ferramentas manuais, às condições de conforto no ambiente de trabalho e à própria organização do trabalho (BRASIL,1999).

Tendo em vista o disposto na NR17, as indústrias têm buscado aprimorar suas condições de trabalho para propiciar um labor de qualidade, fazendo com que seus funcionários tenham qualidade de vida e melhor disposição para desenvolver suas funções.

Pinto, Tereso e Abrahão (2018) realizaram um estudo para compreender e avaliar as práticas ergonômicas em indústrias, sua pesquisa identificou aspectos positivos no que se referia à saúde e segurança dos trabalhadores, como diminuição de doenças, acidentes, afastamentos, aumento do bem-estar e conforto, como também aspectos ligados à melhoria de produtividade e influência na cultura organizacional quando aplicada uma ergonomia de qualidade.

Nascimento (2019), considerou um grande desafio a implementação dessas mudanças ergonômicas, por muitas empresas não terem a mentalização de que essas mudanças não são custos, e sim, aperfeiçoamento dos processos produtivos, conclusão essa que está de acordo com as pesquisas nessa temática de implementação da ergonomia em indústrias.

2.6 ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO

A intervenção dos trabalhadores frente a insatisfação e busca pelo fim das precariedades foi de grande importância para conscientização e percepção das empresas de que o trabalhador

não se limita apenas a execução de sua função e que necessita de um ambiente favorável, focado em tornar o trabalhador protagonista (BRUNORO, 2020).

A busca pela efetivação da ergonomia pode ser entendida como modificar o ambiente de trabalho com intuito de promover qualidade aos funcionários, para Neumann (2021), essa modificação precisa de tecnologia e organização dos componentes, possibilitando análise nas demandas dos humanos em ambientes da Indústria 4.0 com intuito de contribuir para modificação digital bem-sucedida que previna os riscos, considerando os fatores humanos.

A análise da atividade consiste no conjunto de estudos e profissionais que buscam informações que permitem produzir as modelagens necessárias para promover mudanças na estruturação do trabalho, eliminando ou reduzindo os riscos ergonômicos encontrados pelo Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) possibilitando as devidas correções ou atitudes a serem modificadas (REIMAN, 2021).

Thatcher (2020) considera as análises ergonômicas dos trabalhos necessários em todas as etapas realizadas por estudos adequados, tendo em vista que os fatores humanos predominam nas atividades laborais, essas análises buscam soluções regionais para reconhecer problemas que muitas vezes são globais e partem de imediato para identificar pontos de intervenção nesses sistemas que apresentam extensões e trabalhos adicionais para que seja necessário e eficaz.

A segurança do trabalhador deve estar sempre em evidência e constante avaliação, a aplicação de análises ergonômicas garante que modificações e adequações sejam realizadas para melhoria da qualidade e desempenho laboral dos indivíduos.

CAPÍTULO 3

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Com relação aos fins/objetivos propostos da pesquisa, este trabalho enquadra-se no método exploratório, que visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores (GIL, 2008).

Relativamente à abordagem, a pesquisa buscará a integração entre a análise qualitativa e quantitativa (BRYMAN, 1988)

Na pesquisa qualitativa, o ambiente em que se desenvolverá o estudo será a fonte para coleta de dados diretamente. O instrumento a ser utilizado para a pesquisa qualitativa será a entrevista.

3.1 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET)

A análise das condições de trabalho referente às forças, posturas e aos movimentos corporais está vinculada à biomecânica. A aplicação de tais métodos constituirá as ferramentas com viés quantitativo.

Conforme indicado por Brasil (1999) a AET, seguirá as seguintes etapas:

- a) Análise da demanda e, quando aplicável, reformulação do problema;
- b) Análise do funcionamento da organização, dos processos, das situações do trabalho e da atividade;
- c) Descrição e justificativa para definição de métodos, técnicas e ferramentas adequadas para a análise e sua aplicação;
- d) Estabelecimento de diagnóstico;
- e) Recomendações para as situações de trabalho analisadas; e
- f) Restituição dos resultados, validação e revisão das intervenções efetuadas quando necessária, com a participação dos trabalhadores.

1) ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO:

Observação das demandas de atividades entre setores, metas de produtividade, tempos-padrões, ritmo de trabalho, horário e jornada de trabalho, horas-extras, atendimento às necessidades pessoais, sistema de pausas, relacionamento entre chefias e trabalhadores, fatores cognitivos, fadiga mental, nível de autonomia, retro-informação.

2) **SISTEMAS DE PRODUÇÃO:**

Análise das linhas de montagem, células de produção, postos enriquecidos, grupos semi- autônomos, ferramentas de produtividade, sistemas de medição da produção, eficiência dos revezamentos entre postos.

3) **ENTREVISTAS COM OS TRABALHADORES:**

Realizadas no próprio posto de trabalho a fim de criar envolvimento e levantar possíveis queixas, dificuldades, observações, relato de dores, etc.

4) **CONDIÇÕES BIOMECÂNICAS:**

Análise de repetitividade, quantificação de força aplicada, verificação de compressão mecânica, posturas inadequadas, fontes vibratórias, contrações musculares estáticas, condição do trabalho em pé e sentado.

5) **FERRAMENTAS, DISPOSITIVOS, ACESSÓRIOS:**

Estudo da qualidade da pega, localização, conservação, condição de funcionamento, emissão de vibração, nível de força exigida na operação, existência de quinas-vivas, peso, balancim, modelos de alicates, tesouras, botões e botoeiras, maniveles, alavancas, jigs, parafusadeiras, bancada de trabalho, cadeira, apoio para pés.

6) **FERRAMENTAS QUANTITATIVAS:**

Moore & Garg, Suzanne Rodgers: demonstram e quantificam o índice de sobrecarga para os membros superiores gerados em determinada tarefa através da avaliação do esforço, postura, ritmo e duração do trabalho, força física aplicada etc. e isso determina o risco de ocorrência de distúrbios osteomusculoligamentares.

Critério de NIOSH: estabelece um limite de peso para levantamento manual de cargas para determinada condição de trabalho e demonstra qual o risco de desenvolvimento de lesões na coluna vertebral à medida esse limite não esteja sendo respeitado. Os riscos são representados da seguinte forma: Baixo (posto verde), moderado (posto amarelo) e alto (posto vermelho)

7) **CONDIÇÕES AMBIENTAIS:**

Avaliação qualitativa das condições de temperatura e luminosidade a fim de verificar se há algum tipo de relação com o agravo avaliado. Por exemplo, se o operador trabalha com as mãos frias pode ocasionar vasoconstrição e se trabalha com nível baixo de iluminação pode gerar uma postura inadequada.

3.2 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

A avaliação antropométrica será realizada no processo produtivo e áreas de escritórios da produção para fazer o levantamento populacional da empresa para a classificação dos diferentes biótipos de pegadas frontais de ombros e profundidade de MMII, com intuito de adequações e projetos de postos de trabalhos para MMSS quanto para MMII.

As ferramentas utilizadas para o estudo antropométrico serão:

- Balança antropométrica Welmy: para avaliação de peso e altura.
- Software ANTROPROJETO (Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), que permite determinar, a partir do conhecimento da estatura de um indivíduo, as demais dimensões corporais.

3.3 A EMPRESA (UNIDADE DE ANÁLISE)

A empresa objeto deste estudo está sediada em Manaus, AM e atua no segmento eletroeletrônico. A etapa de produção estudada foi realizada nas linhas de inserção manual.

3.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Do ponto de vista quantitativo, os dados serão apresentados na forma de tabelas e diferentes tipos de gráficos. Por outro lado, a análise qualitativa dos dados fará uso dos seguintes instrumentos: textos narrativos, descritivos, esquemas e fluxogramas.

Análises exploratórias e descritivas serão realizadas utilizando-se o software livre R (R CORE TEAM, 2016).

3.5 BANCO DE DADOS

Através dos dados coletados será construído um banco de fácil acesso e manuseio no software Excel com intuito de organizar as informações e facilitar a consulta para construção dos textos, gráficos, tabelas e fluxogramas no decorrer da pesquisa.

CAPÍTULO 4

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados das análises antropométricas e ergonômicas aplicadas na empresa, bem como uma análise da implementação sugerida antes e depois de aplicadas aos postos de produção.

4.1 ANÁLISE ANTROPOMÉTRICA DOS BIÓTIPOS DA EMPRESA

A avaliação antropométrica tem a finalidade de fazer o levantamento populacional da empresa para a classificação de diferentes biótipos de pegadas frontais de ombros e profundidade de MMII (membros inferiores), com intuito de adequações e projetos de postos de trabalhos para MMSS (membros superiores) quanto para MMII. Foram entrevistados e coletados dados em uma amostra de 377 colaboradores.

Na Tabela 1 apresenta-se o resumo estatístico para a variável “altura” dos colaboradores avaliados.

Tabela 1. Sumário estatístico para a variável altura dos colaboradores

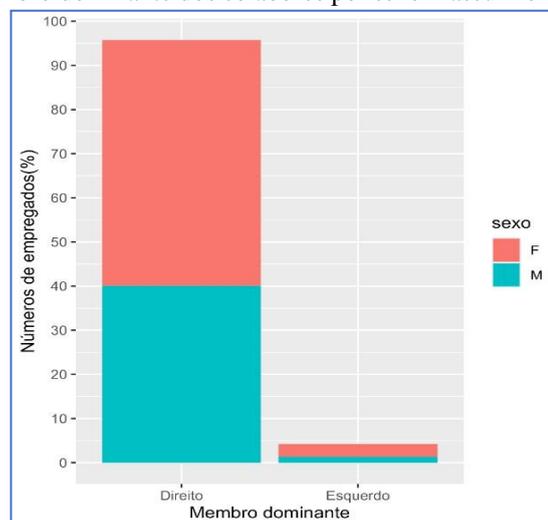
| n | Mínimo (m) | 1º. quartil (m) | Mediana (m) | Média (m) | DP ¹ (m) | 3º. Quartil (m) | Máximo (m) |
|-----|------------|-----------------|-------------|-----------|---------------------|-----------------|------------|
| 377 | 1,44 | 1,56 | 1,60 | 1,62 | 0,09 | 1,68 | 1,95 |

¹Nota: DP = desvio-padrão

Fonte: dados do AUTOR (2022)

Na Figura 1. Apresenta-se o resultado por sexo do percentual de colaboradores que tem o membro dominante direito ou esquerdo.

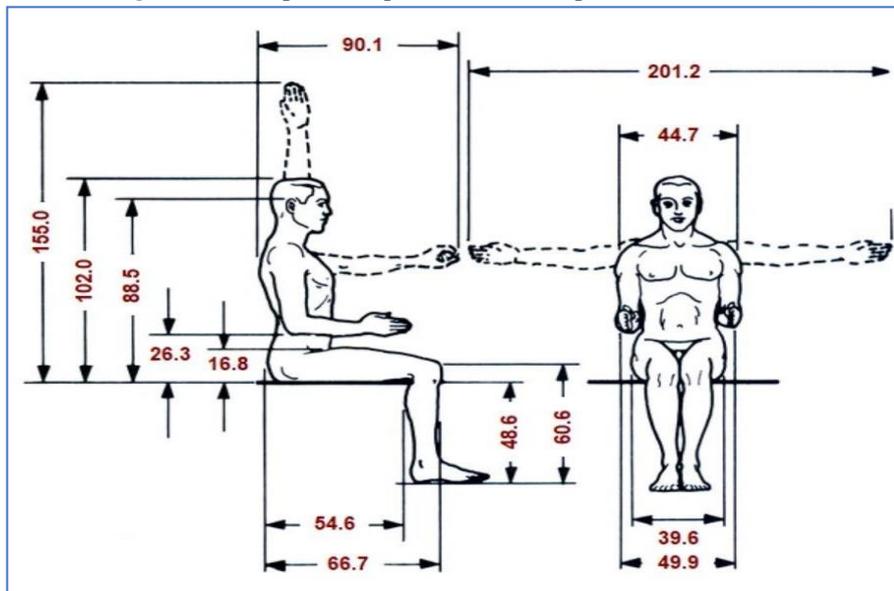
Figura 1. Membro dominante dos colabores por sexo masculino e feminino.



Observa-se na Figura 1, que o membro dominante é o “membro direito” para ambos os sexos. Com um percentual de abaixo de 5% para o membro esquerdo.

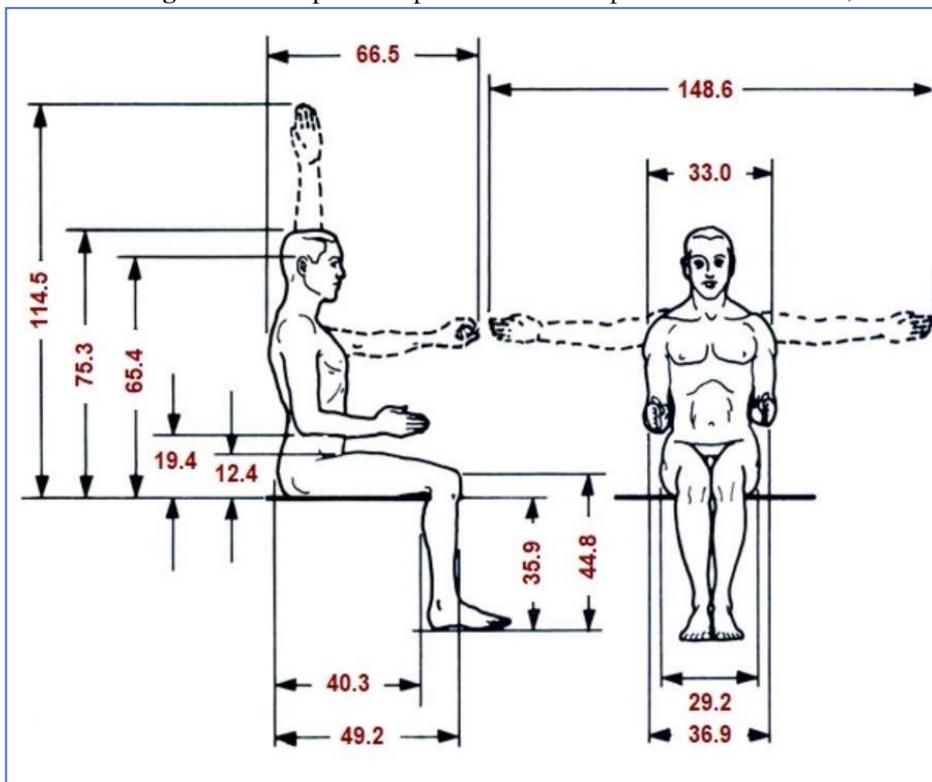
A partir dos dados da Tabela 1, apresenta-se a seguir a antropometria para o menor (1,44m) e o maior biótipo (1,95m) com referência à altura do trabalhador (Figuras 2 e 3).

Figura 2. Antropometria para o maior biótipo referente à altura 1,95 m.



Fonte: software antro projeto (2003) com dados do autor (2022)

Figura 3. Antropometria para o menor biótipo referente à altura 1,44.



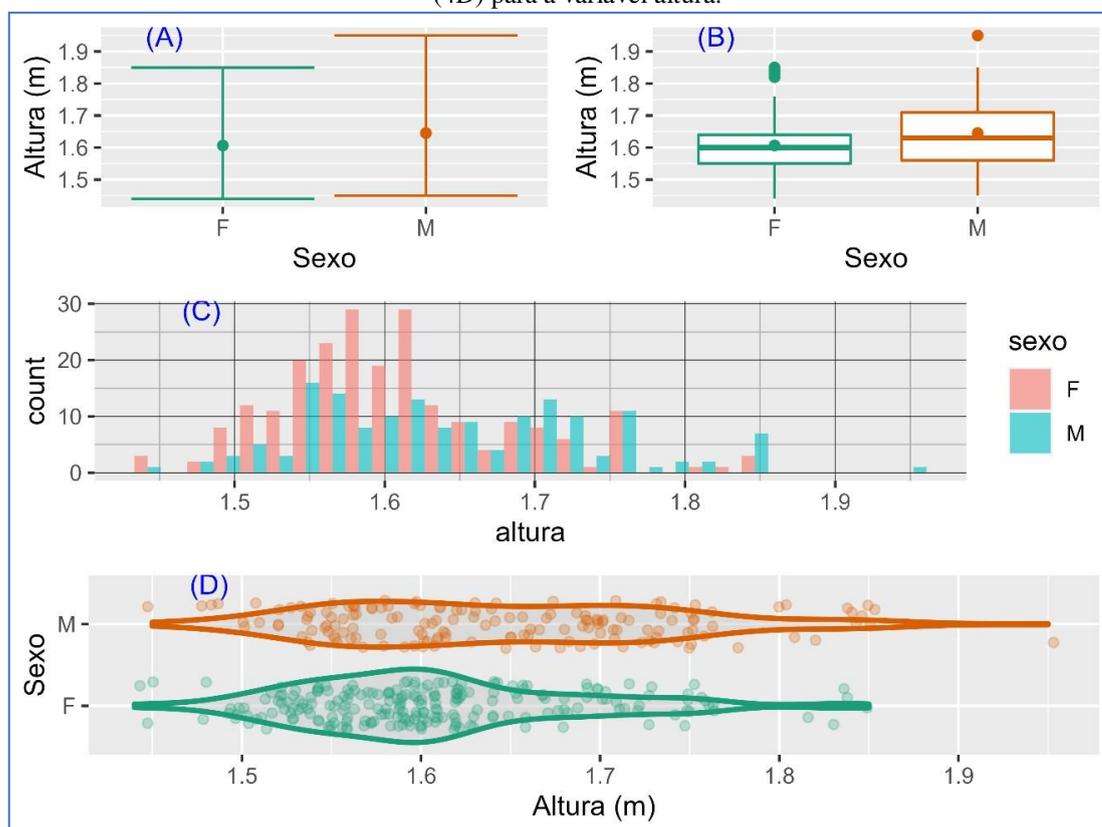
Fonte: software antro projeto (2003) com dados do autor (2022)

Todos os valores antropométricos estimados pelo software serão comparados com os valores reais das medidas tomadas nos trabalhadores. Conforme apresenta-se nas análises a seguir das variáveis: Altura; pegada do ombro; altura das nádegas até o chão; e altura poplital.

Na Figura 4 apresenta-se a análise gráfica para a variável altura.

Na Figura 4A, observa-se os valores máximo e mínimo da altura para os sexos feminino e masculino. O menor valor foi de 1,44m (sexo feminino) e o maior valor foi de 1,95m (sexo masculino), com média de 1,62 m (Tabela 1). Nas Figuras 4C e 4D, pode-se observar a distribuição desses valores. A altura dos homens se distribui numa amplitude maior, enquanto a altura das mulheres se concentram em torno da média (1,62 m).

Figura 4. Valores máximo e mínimo (4A), boxplot (4B), histograma por sexo (4C) e gráfico violino (4D) para a variável altura.



Na Tabela 2 apresenta-se o resumo estatístico para a variável “pegada do ombro” da amostra dos colaboradores avaliados.

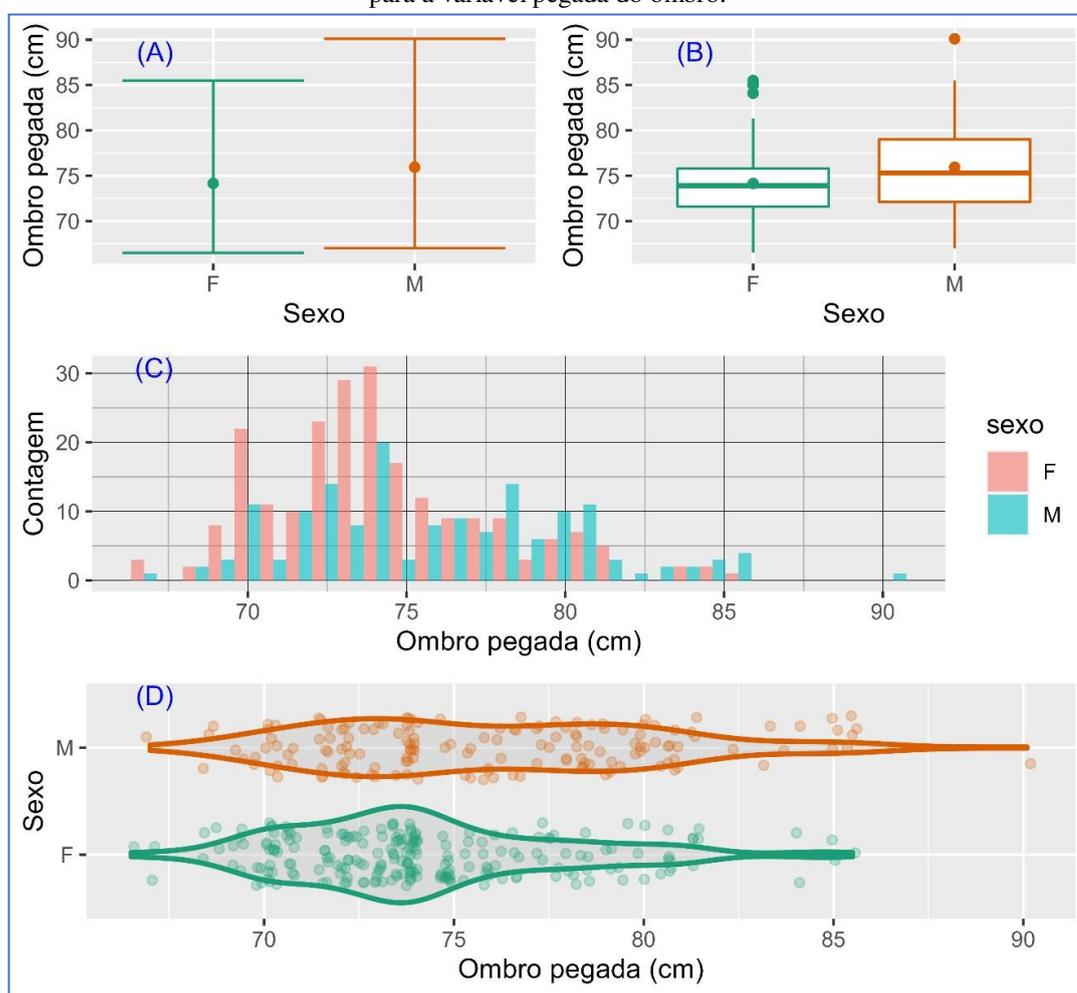
Tabela 2. Sumário estatístico para a variável “pegada do ombro” dos colaboradores

| N | Mínimo (cm) | 1o. Quartil (cm) | Mediana (cm) | Média (cm) | DP ¹ (cm) | 3o. Quartil (cm) | Máximo (cm) |
|-----|-------------|------------------|--------------|------------|----------------------|------------------|-------------|
| 377 | 66,50 | 72,10 | 73,90 | 74,88 | 4,04 | 77,60 | 90,10 |

¹Nota: DP = desvio-padrão

Na Figura 5 apresenta-se a análise gráfica dos valores para a variável “pegada do ombro”.

Figura 5. Valores máximo e mínimo (5A), boxplot (5B), histograma por sexo (5C) e gráfico violino (5D) para a variável pegada do ombro.



Na Figura 5A, observa-se os valores máximo e mínimo da pegada do ombro para os sexos feminino e masculino. O menor valor foi de 66,50 cm (sexo feminino) e o maior valor foi de 90,10 cm (sexo masculino), com média de 74,88 cm (tabela 2). Nas Figuras 5C e 5D, pode-se observar a distribuição desses valores. Também para esta variável, os valores do sexo masculino se distribuem numa amplitude maior, enquanto para as mulheres se concentram em torno da média (74,88 cm).

Verifica-se também a alta acurácia do software para estimar a pegada do ombro com 66,5 cm e 90,1 cm para os valores correspondentes a menor e maior altura, respectivamente (ver Figuras 2 e 3).

Na Tabela 3 apresenta-se o resumo estatístico para a variável “altura do cotovelo” da amostra dos colaboradores avaliados.

Tabela 3. Sumário estatístico para a variável “altura do cotovelo sentado” dos colaboradores

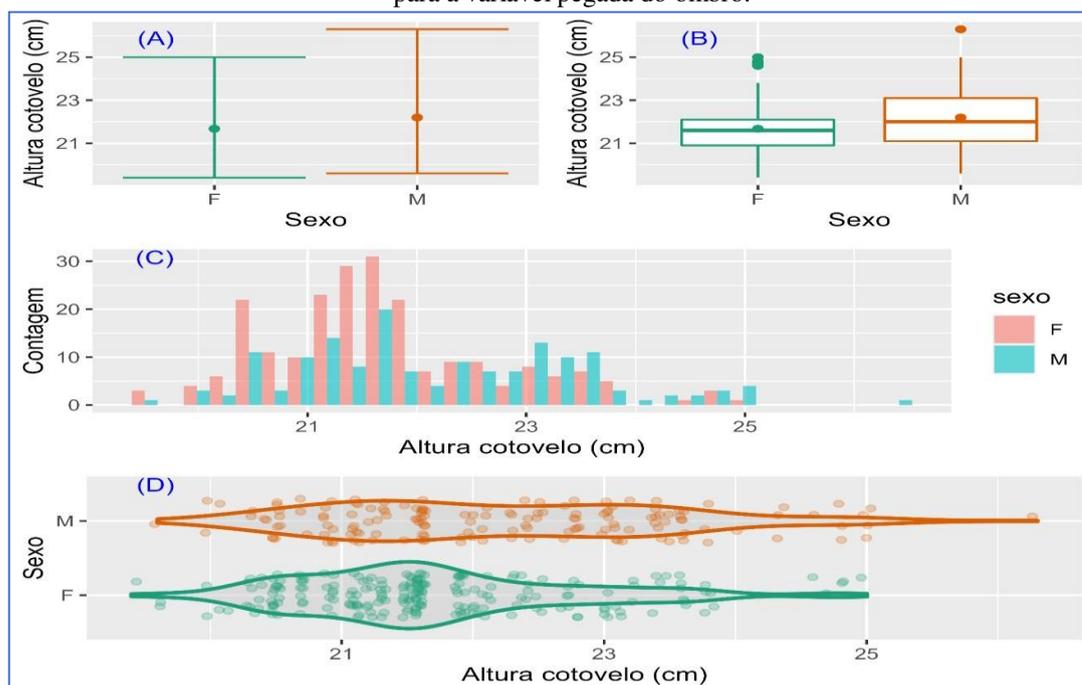
| N | Mínimo (cm) | 1o. Quartil (cm) | Mediana (cm) | Média (cm) | DP ¹ (cm) | 3o. Quartil (cm) | Máximo (cm) |
|-----|-------------|------------------|--------------|------------|----------------------|------------------|-------------|
| 377 | 19,40 | 21,10 | 21,60 | 21,89 | 1,18 | 22,70 | 26,30 |

¹Nota: DP = desvio-padrão

Na Figura 6 apresenta-se a análise gráfica dos valores para a variável “altura do cotovelo”.

Na Figura 6A, observa-se os valores máximo e mínimo da altura do cotovelo para os sexos feminino e masculino. O menor valor foi de 19,40 cm (sexo feminino) e o maior valor foi de 26,30 cm (sexo masculino), com média de 21,89 cm (Tabela 3). Nas Figuras 6C e 6D, pode-se observar a distribuição desses valores. Observa-se uma grande variabilidade de biotipos. Também para esta variável, os valores do sexo masculino se distribuem numa amplitude maior, enquanto para as mulheres se concentram em torno da média (21,89 cm).

Figura 6. Valores máximo e mínimo (6A), boxplot (6B), histograma por sexo (6C) e gráfico violino (6D) para a variável pegada do ombro.



Na Tabela 4 apresenta-se o resumo estatístico para a variável “altura da nádega até o chão” da amostra dos colaboradores avaliados.

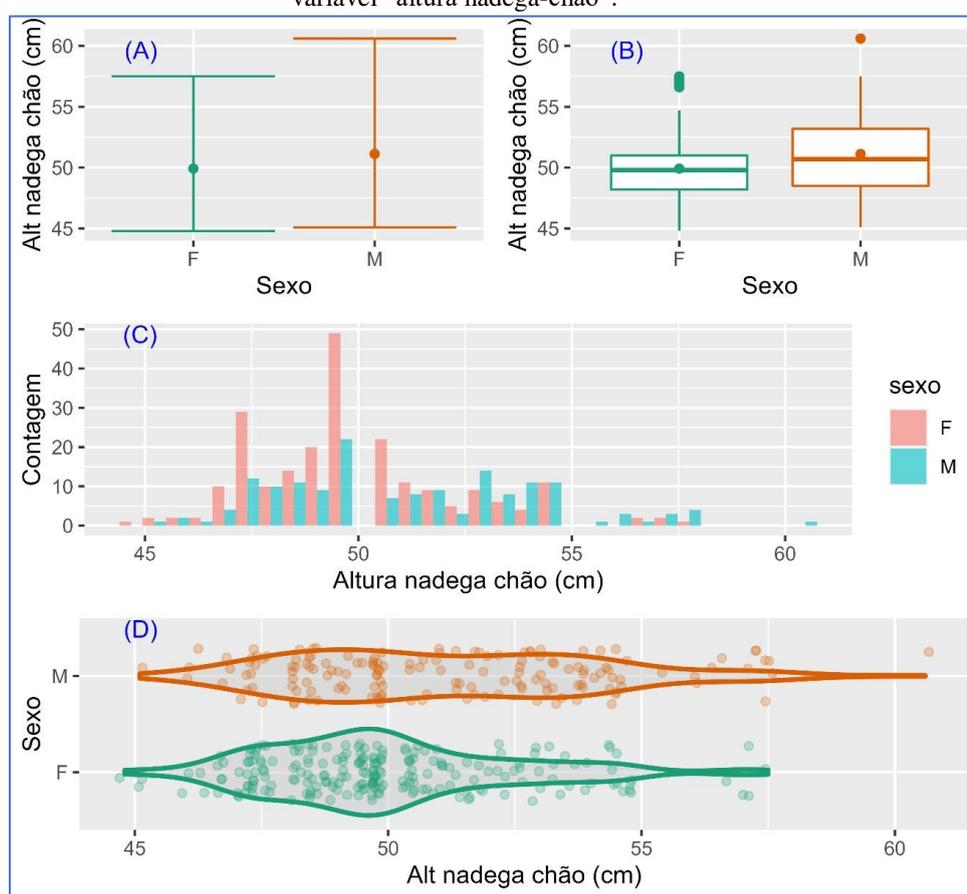
Tabela 4. Sumário estatístico para a variável “altura nádega-chão” dos colaboradores

| N | Mínimo (cm) | 1o. Quartil (cm) | Mediana (cm) | Média (cm) | DP (cm) | 3o. Quartil (cm) | Máximo (cm) |
|-----|-------------|------------------|--------------|------------|---------|------------------|-------------|
| 377 | 44,80 | 48,50 | 49,80 | 50,42 | 2,72 | 52,20 | 60,60 |

¹Nota: DP = desvio-padrão

Na Figura 7 apresenta-se a análise gráfica dos valores para a variável “altura nádega-chão”.

Figura 7. Valores máximo e mínimo (6A), boxplot (6B), histograma por sexo (6C) e gráfico violino (6D) para a variável “altura nádega-chão”.



Na Figura 7A, observa-se os valores máximo e mínimo da altura nádega-chão para os homens e mulheres. O menor valor foi de 44,80 cm (sexo feminino) e o maior valor foi de 60,60 cm (sexo masculino), com média de 50,42 cm (Tabela 4). Nas Figuras 7B, 7C e 7D, pode-se observar a distribuição desses valores. Observa-se uma grande variabilidade de biotipos.

Também para esta variável, os valores do sexo masculino se distribuem numa amplitude maior, enquanto para as mulheres se concentram em torno da média (50,42 cm).

Na Tabela 5 apresenta-se o resumo estatístico para a variável “altura poplietal” da amostra dos colaboradores avaliados.

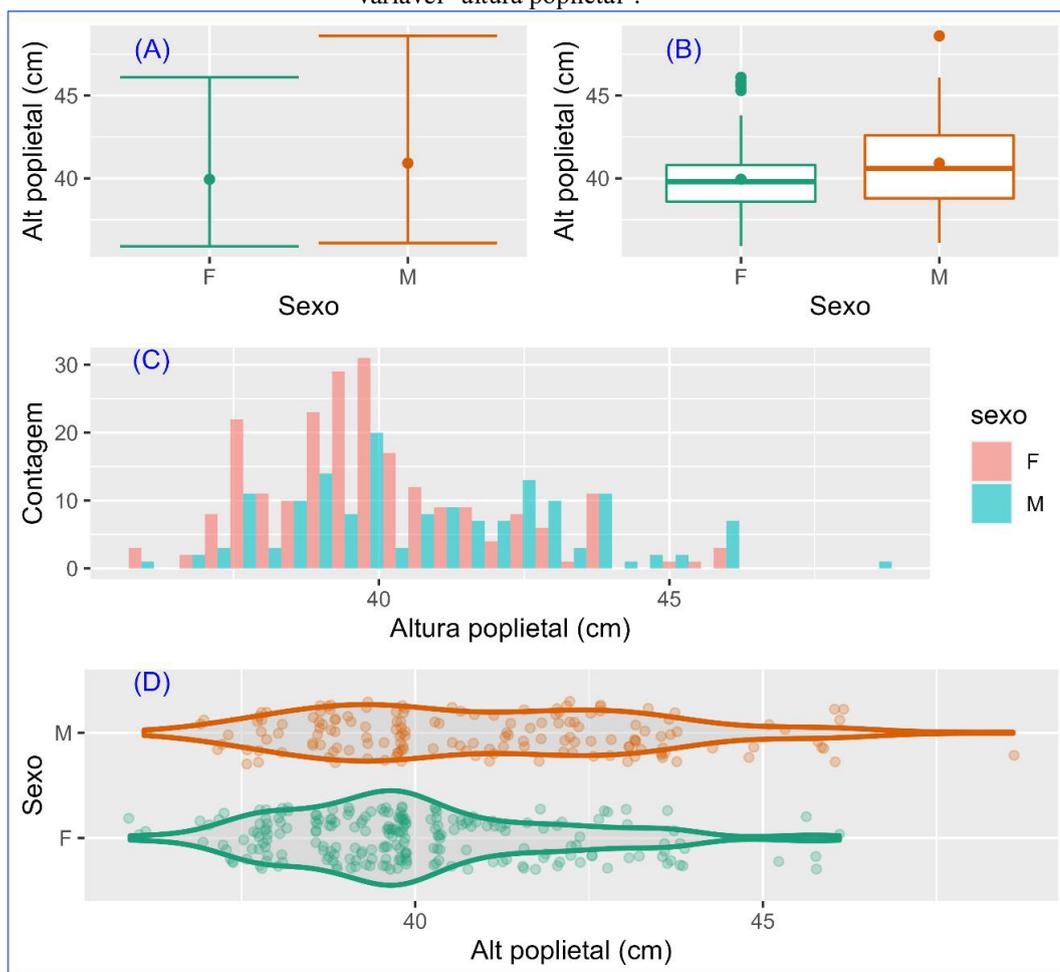
Tabela 5. Sumário estatístico para a variável “altura poplietal” dos colaboradores.

| N | Mínimo (cm) | 1o. Quartil (cm) | Mediana (cm) | Média (cm) | DP ¹ (cm) | 3o. Quartil (cm) | Máximo (cm) |
|-----|-------------|------------------|--------------|------------|----------------------|------------------|-------------|
| 377 | 35,90 | 38,80 | 39,80 | 40,35 | 2,19 | 41,80 | 48,60 |

¹Nota: DP = desvio-padrão

Na Figura 8 apresenta-se a análise gráfica dos valores para a variável “altura poplietal”.

Figura 8. Valores máximo e mínimo (6A), boxplot (6B), histograma por sexo (6C) e gráfico violino (6D) para a variável “altura poplietal”.



Na Figura 8A, observa-se os valores máximo e mínimo da altura poplietal para os homens e mulheres. O menor valor foi de 35,90 cm (sexo feminino) e o maior valor foi de 48,60 cm

(sexo masculino), com média de 40,35 cm (Tabela 5). Nas Figuras 8B, 8C e 8D, pode-se observar a distribuição desses valores. Observa-se uma maior variabilidade para os biotipos do sexo masculino, enquanto para as mulheres, os valores se concentram em torno da média (40,35 cm).

Verifica-se também para esta variável, a alta acurácia do software estimando exatamente os mesmos valores para as alturas máxima e mínima, respectivamente, 35,90 e 48,60 cm (Figuras 2 e 3).

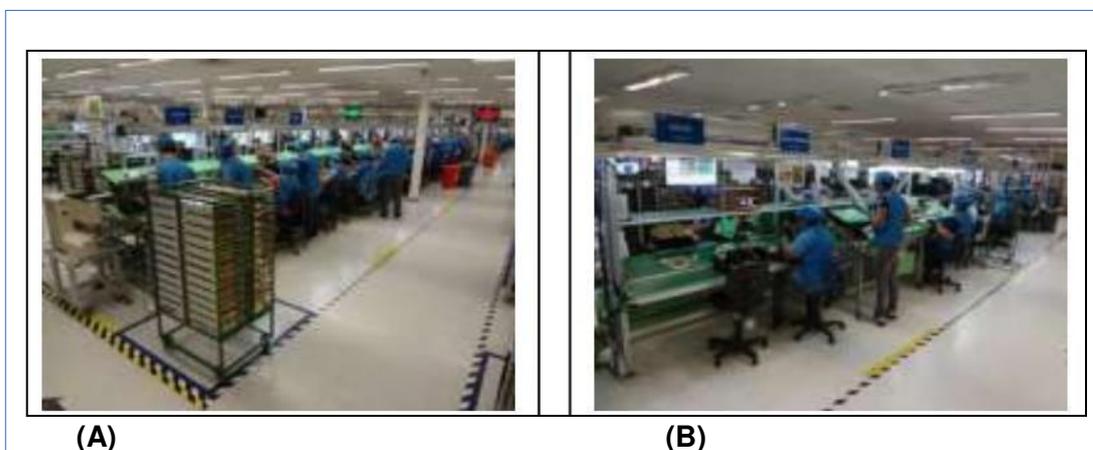
4.2 ANÁLISE ERGÔNOMICA DO TRABALHO

Foi realizado diagnóstico das situações inadequadas observadas e em não conformidade com a NR. 17 das estações de trabalho da Linha 2 - Inserção Manual com os respectivos comentários e recomendações que não só atendam a referida norma, mas também sirvam de orientação para a melhoria das condições de trabalho e da qualidade de vida dos trabalhadores.

4.2.1 Características da linha 2 – Inserção Manual

A linha 2 da Inserção Manual é responsável pela produção de placas de circuito eletrônicos (Power Board) de tamanhos variados, principalmente para produção de monitores e televisores. A linha possui 18 postos de trabalho e serão citados no trabalho apenas 8 postos que estão mais associados a movimentação de MMSS, sendo que dentre eles há postos com mais de um trabalhador, que vai da etiquetagem da placa até a embalagem da placa montada e soldada. A produção é feita em esteira motorizada, de movimento contínuo, com prateleiras elevadas, onde estão acomodados os vários componentes para inserção, equipamentos específicos, ferramentas e cadeiras disponíveis para os trabalhadores. (Figuras 9A e 9B)

Figura 9. Características da linha de inserção manual (IM) 2.

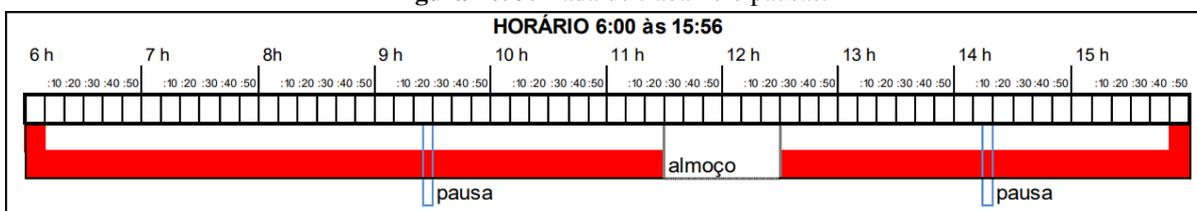


Jornada de trabalho e pausas

A Jornada de Trabalho é das 06h00min às 15h56min, de segunda à sexta em apenas 1 turno de trabalho. Segundo os trabalhadores, as horas-extras são mais comuns no segundo semestre e ocorrem aos sábados, no mesmo horário de trabalho.

Ocorrem duas pausas de 8 minutos cada, além de 1 hora para refeição, para atendimento às necessidades fisiológicas dos trabalhadores, como fazer uso do toailete e do bebedouro. Segundo os trabalhadores, há banheiros feminino e masculino próximos da linha além de bebedouros em quantidade suficientes (Figura 10).

Figura 10. Jornada de trabalho e pausas.



Meta de Produção

Segundo o líder da linha, há variação significativa das metas de produção dependendo do modelo de placa produzido. Isso se dá em função da complexidade de cada modelo, que pode ter mais ou menos componentes inseridos. No momento da análise, a meta de produção do modelo avaliado LE32D5520 era de 350 peças por hora.

Revezamento

Conforme informado pelos trabalhadores, não há revezamento entre postos de maneira sistematizada, ou seja, com programação. Segundo eles, o revezamento se dá quando um trabalhador se cansa de atuar em um posto de trabalho e faz a mudança para outro por períodos combinados entre eles, como 2 horas ou meio período da jornada.

Condições Ambientais

A linha de produção está inserida em galpão com climatização central, com temperatura fixada próximo aos 23 graus, que segundo os trabalhadores é confortável. A iluminação é feita de forma artificial, com luminárias gerais em altura próxima ao teto do galpão, e individual, com luminárias mais próximas da linha, e que segundo a opinião da maioria dos trabalhadores

é suficiente. Eles ainda afirmam que o ruído interno é baixo e considerado adequado. Queixas específicas estão discriminadas em cada posto de trabalho.

Cadeira

A maior parte das cadeiras utilizadas na linha é de modelo com espuma injetada de baixa densidade no assento e encosto, com deslizadores, ajuste de altura do assento e altura do encosto (Figura 11A). Em geral, as cadeiras apresentam problemas como deformações no assento (Figura 11B), falta de deslizadores ou rodízios (Figura 11C), encostos quebrados (Figura 11D), entre outros itens que comprometem a qualidade de uso pelo trabalhador. Porém, segundo a empresa, novas unidades de cadeiras, com padrão de qualidade superior, estão sendo adquiridas e vão ser realizadas substituições gradativas de todas as unidades da linha (Figura 12).

Figura 11. Características das cadeiras utilizadas na linha de produção.

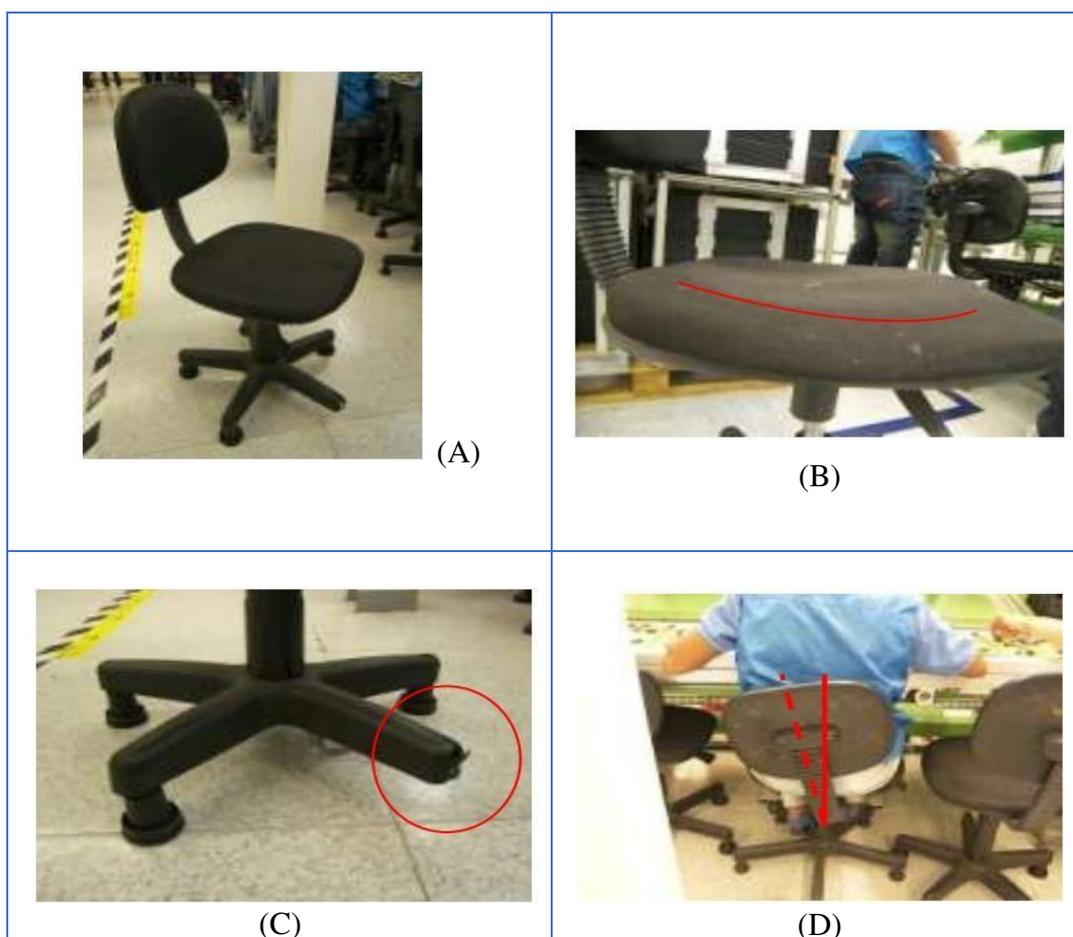


Figura 12. Modelos novos de cadeiras.

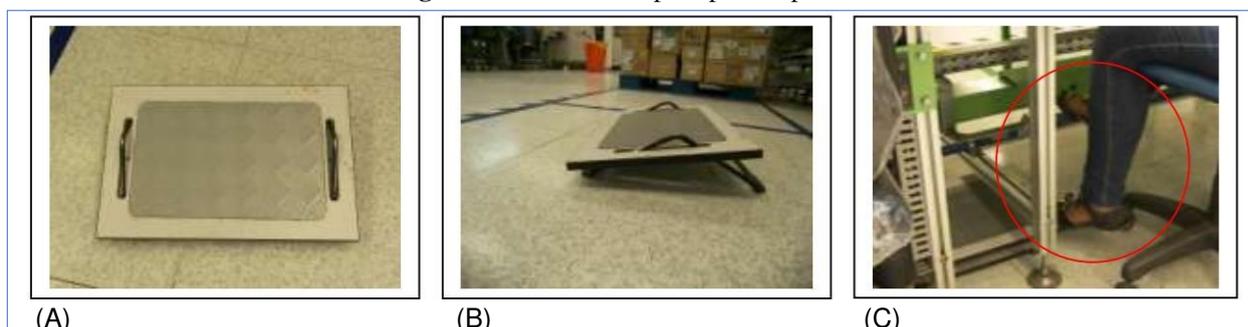


Apoio para Pés

O apoio para pés disponibilizado pela empresa possui plataforma com profundidade e largura suficiente para acomodar os pés, material antideslizante sobre a plataforma, pés emborrachados para não escorregar e movimentos anteroposterior (Figuras 13A e 13B).

Porém, como o modelo não possui regulagens de altura, foi observado que para os trabalhadores com estatura mais baixa, o dispositivo torna-se inadequado, pois não é possível fazer o apoio dos pés (Figura 13C).

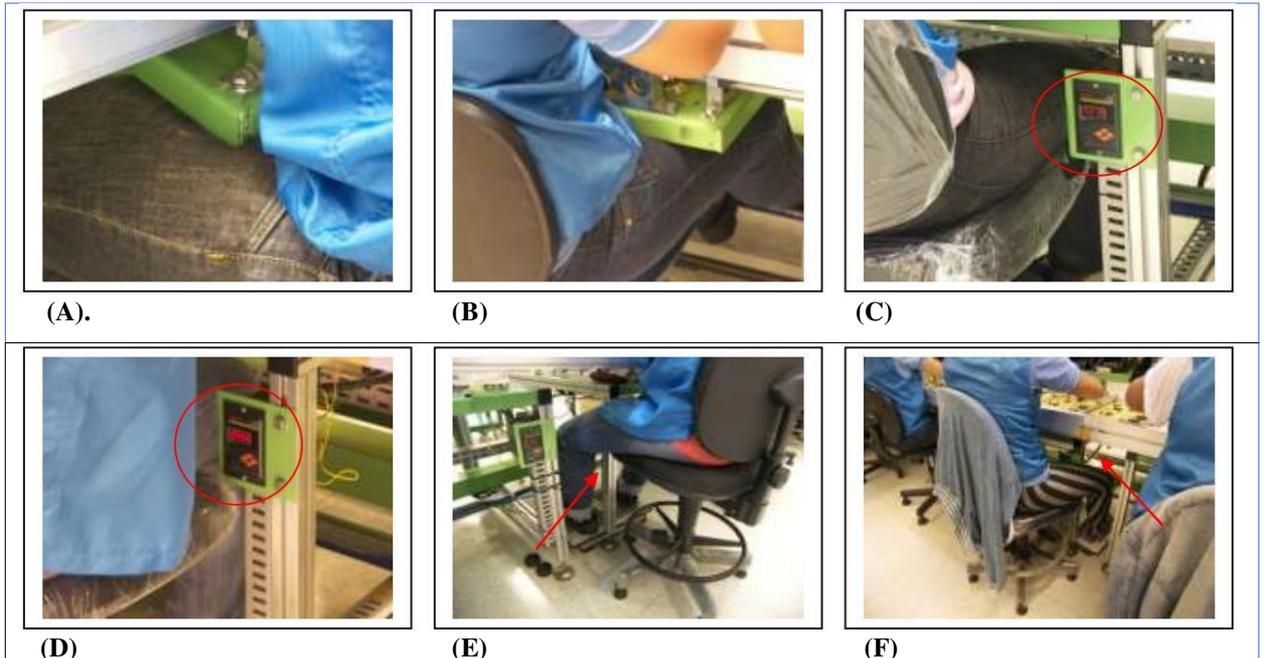
Figura 13. Modelo de apoio para os pés.



Disposição dos Postos de Trabalho

Foi observado que a disposição dos postos de trabalho ao longo da linha de inserção manual foi configurada de maneira que as junções, dispositivos de controle de velocidade e mecanismos de ajustes de profundidade das esteiras ficam diretamente em contato com o corpo do trabalhador, realizando compressões mecânicas das estruturas da coxa superior (Figura 14A e 14B) e lateral (Figura 14C e 14D), além de não permitir a movimentação e acomodação livre das pernas (Figura 14E e 14F).

Figura 14. Disposição dos postos de trabalho na linha de inserção manual.

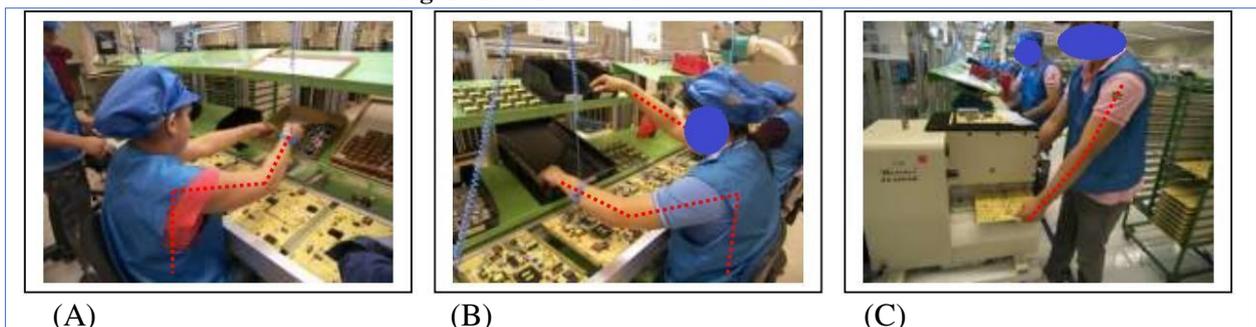


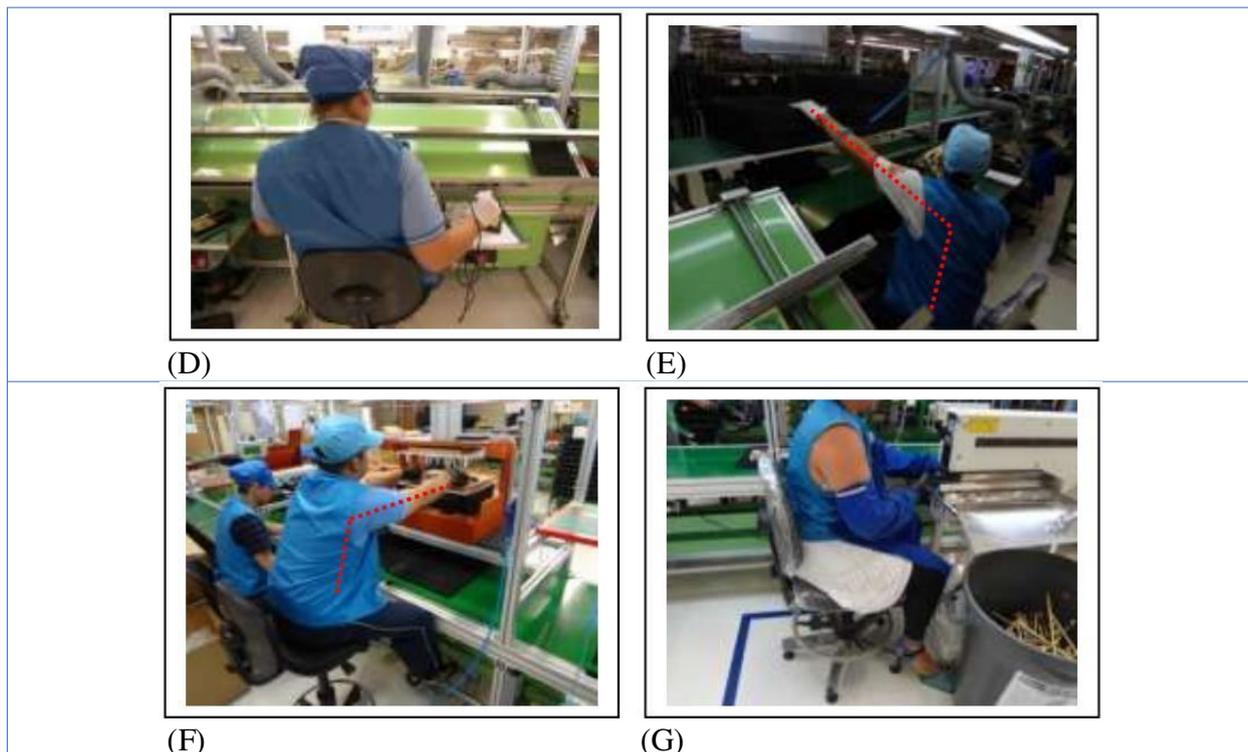
Áreas de Alcance

Em praticamente todos os postos de trabalho foram identificados que recipientes, caixas e áreas para colocação das peças estão distantes do alcance dos trabalhadores, levando-os a realizar elevações e flexões de braços (Figuras 15A e 15B).

Equipamentos e acessórios também estão posicionados distantes da área de alcance dos trabalhadores, ora baixos, levando a flexões de braços (Figura 15C), ora lateralizados, levando a extensões de braços (Figura 15D), ora em locais altos, levando a elevações de braços (Figura 15E). Foi observado também que a configuração de alguns postos de trabalho leva os trabalhadores a adotarem posturas inadequadas, como a adoção da posição sentada para utilização de equipamentos adicionados à linha, que geram flexões de tronco (Figura 15F) ou ausência de área para acomodação das pernas (Figura 15G).

Figura 15. Áreas de alcance dos trabalhadores.





4.2.2 Avaliação do posto 1 - Etiquetagem

É o primeiro posto da linha de montagem das placas de circuito eletrônico e é responsável por ditar a velocidade da produção, condição esta, que segundo o trabalhador, gera pressão e ritmo de trabalho acelerado. As placas são posicionadas em carrinho e colocadas pelo alimentador da linha em área demarcada próximas ao posto de trabalho e posteriormente inseridas na esteira para início das atividades (Figura 16).

Figura 16. Posição das placas.



Ao iniciar o ciclo de trabalho, o trabalhador pega a placa em carrinho que está posicionado em área demarcada atrás de seu posto de trabalho, realizando rotação de tronco (Figura 17A). Para acessar as placas em níveis mais baixos do carrinho, ele realiza também flexão de tronco (Figura 17B). Já para os níveis mais altos, o trabalhador permanece em postura ereta, mas ainda realizando leve rotação de tronco (Figura 17C).

Figura 17. Movimentos do trabalhador no manuseio das placas.



Na sequência, o trabalhador faz a colocação da placa na esteira, com baixo esforço (Figura 18A), pega cartela de etiquetas (Figura 18B) e faz a aplicação desta em local demarcado na placa (Figura 18C), também com baixo esforço. O escaneamento da etiqueta é feita com leitor ótico de código de barras, em movimentos de preensão palmar (Figura 18D) enquanto o trabalhador visualiza pequena tela com as informações (Figura 18E). A tela com as informações escaneada está posicionada atrás das prateleiras da linha e das placas com instruções de montagem, dificultando a visualização pelo trabalhador (Figura 18E). Segundo o trabalhador, o leitor de código de barras possui bom funcionamento, com botão para acionamento leve e está posicionado de maneira a facilitar o acesso (Figura 18F).

Figura 18. Aplicação da etiqueta na placa.



O trabalhador finaliza seu ciclo de trabalho empurrando a placa com a mão esquerda para que o próximo posto realize suas atividades. Neste momento ele reinicia seu ciclo de trabalho conforme Figuras 17A a 19A. Para inclusão de novas etiquetas no sistema, o trabalhador utiliza

teclado colocado sobre prateleira superior. Embora este acessório esteja alto e distante da área de alcance do trabalhador, seu acesso não é frequente (Figura 19B).

Figura 19. Envio da placa para o próximo posto.



Algumas placas produzidas na linha são depanilizadas (separadas uma das outras) no início da linha, onde o trabalhador faz o desmembramento das placas através de máquina de corte acionada por pedal. Ele pega a placa em carrinho atrás de si, em movimentos de prensão pulpar (conforme Figuras 17A-C), a insere no suporte (Figura 20A), faz seu posicionamento, realizando flexão de braços (Figura 20B) e aciona pedal para que o corte seja realizado (Figura 20C).

Deste ponto em diante, as tarefas são as mesmas analisadas nas Figuras 19A e 19B. Segundo o trabalhador, a máquina apresenta bom funcionamento, tem pedal de fácil acionamento e é utilizada com baixa frequência, visto que são poucos os modelos que são depanilizados.

Figura 20. Desmembramento das placas.



Queixas dos Trabalhadores

Há cadeira no posto, mas não é possível utilizá-la, pois o trabalhador não consegue acompanhar o ritmo de trabalho se permanecer sentado (Figura 21);

Figura 21. Dificuldade no uso das cadeiras.



Quando há falta de carrinhos para acomodar as placas, elas são colocadas em magazine sobre palete, que são empilhados em dupla e quando é necessário acessar os de baixo, tem que ser feita a sua movimentação (Figuras 22A, 22B, 22C). Segundo o trabalhador a maior frequência é a de placas em carrinhos.

Figura 22. Carrinhos para acomodar as placas em magazines.



Aplicação da ferramenta quantitativa no posto 1 – etiquetagem.

Tabela 6. Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 1: etiquetagem

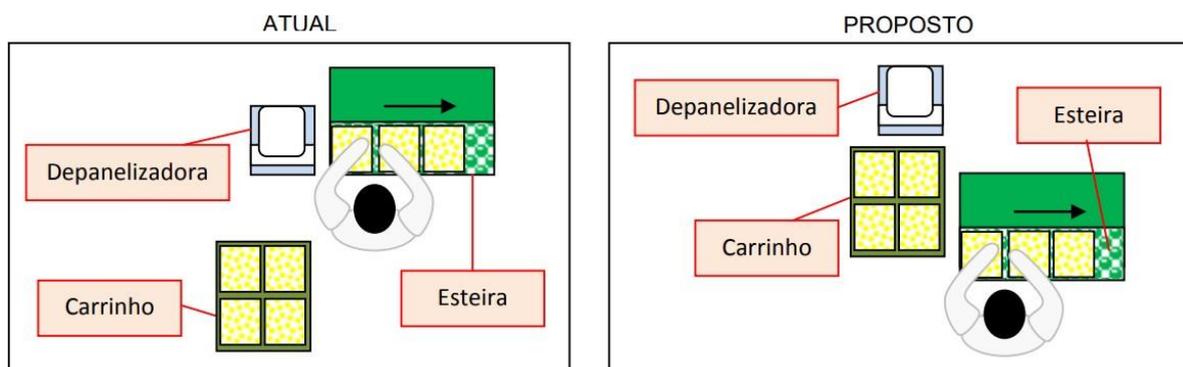
| Classificação | Caracterização Intensidade do esforço (FIT) | Mult. | Índice |
|------------------------------------|--|--------------|---------------|
| Leve | Tranquilo | 1.00 | 1.00 |
| Médio | Percebe-se algum esforço | 3.00 | |
| Pesado | Esforço nítido; sem expressão facial | 6.00 | |
| Muito Pesado | Esforço nítido; muda a expressão facial | 9.00 | |
| Próx. Máximo | Usa tronco e membros | 13.00 | |
| Duração do Esforço (FDE) | | | X |
| < 10% do ciclo | | 0.50 | 0.50 |
| 10 - 29% do ciclo | | 1.00 | |
| 30 - 49% do ciclo | | 1.50 | |
| 50 - 79% do ciclo | | 2.00 | |
| > 80% do ciclo | | 3.00 | |
| Frequência do Esforço (FFE) | | | X |
| < 4 p/min | | 0.50 | |
| 4 - 8 p/min | | 1.00 | |
| 9 - 14 p/min | | 1.50 | |
| 15 - 19 p/min | | 2.00 | 2.00 |

| Classificação | Caracterização Intensidade do esforço (FIT) | Mult. | Índice |
|-------------------------------------|--|-------|-------------|
| > 20 p/min | | 3.00 | |
| Postura da Mão-Punho (FPMP) | | | X |
| Muito Boa | Neutro | 1.00 | |
| Boa | Próxima do neutro | 1.00 | |
| Razoável | Não neutro | 1.50 | 1.50 |
| Ruim | Desvio nítido | 2.00 | |
| Muito Ruim | Desvio próximo do máximo | 3.00 | |
| Ritmo do Trabalho (FRT) | | | X |
| Muito Lento | = < 80% | 1.00 | |
| Lento | 81 - 90% | 1.00 | |
| Razoável | 91 - 100% | 1.00 | |
| Rápido | 100 - 115% (apertado, porém acompanha) | 1.50 | 1.50 |
| Muito Rápido | > 115% (apertado, não acompanha) | 2.00 | |
| Duração do Trabalho (FDT) | | | X |
| = < 1 hora p/dia | | 0.25 | |
| 1 - 2 horas p/dia | | 0.50 | |
| 2 - 4 horas p/dia | | 0.75 | |
| 4 - 8 horas p/dia | | 1.00 | 1.00 |
| > 8 horas p/dia | | 1.50 | |
| Índice (FITxFDExFFExFPMPxFRTxFDT) = | | | 2.25 |
| < 3,00 Baixo Risco | | | |
| 3,00 a 7,00 Duvidoso | | | |
| > 7,00 Risco | | | |
| Conclusão: baixo Risco | | | |

Recomendações

Modificar a posição atual da máquina depalenizadora e do carrinho com placas a serem montadas, posicionando o carrinho onde atualmente está a máquina e posicionando a máquina para trás da linha da esteira (Figura 23).

Figura 23. Recomendações para posição da máquina depalenizadora e carrinho.



Elevar o suporte que acomoda a máquina depanelizadora em aproximadamente 20 cm a fim de elevar também a área de colocação das placas, amenizando assim flexões de braços (Figura 24).

Figura 24. Elevação do suporte da máquina depanelizadora.

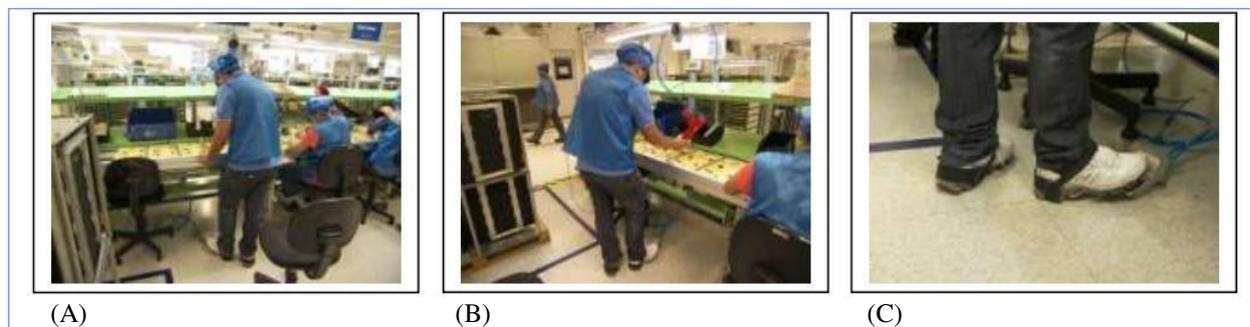


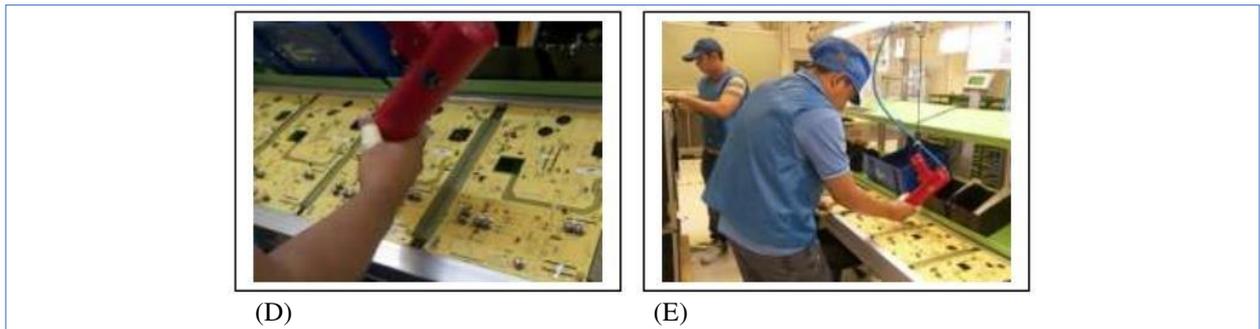
4.2.3 Avaliação do posto 2 – Aplicação de Cola

O trabalhador deste posto é responsável por realizar a aplicação de cola em áreas específicas da placa de circuitos para que durante a inserção de componentes, as peças maiores permaneçam fixadas (Figura 25A).

Para aplicar a cola, o trabalhador adota posição inadequada de coluna – flexão – pois o posto foi projetado para o trabalho na posição sentada (Figura 25B). Segundo o trabalhador, a adoção da posição sentada diminui seu ritmo de trabalho. Ele utiliza pistola pneumática ligada através de pedal com leve acionamento (Figura 25C), conforme sua opinião, segura a pistola em prensão pulpar dos dedos indicador e polegar direito (Figura 25D) e faz a aplicação da cola, realizando flexão de braço direito (Figura 25E).

Figura 25. Postura dos trabalhadores na aplicação da cola.





Segundo o trabalhador, embora a pistola esteja suspensa por balancim e este fixado em roldanas que permitem a sua movimentação lateral, é necessário manipulá-lo várias vezes dentro de uma área de alcance para aplicar a cola nas placas. Isso se dá, em função de a esteira ter movimentos contínuos, o que interfere em sua atividade, visto que em alguns modelos de placa, a aplicação da cola pode ser feita até 4 vezes.

Ainda segundo o trabalhador, mesmo com o ajuste do balancim para sustentar o peso da pistola, ela fica pesada após a troca da bisnaga interna. Além disso, a área de pega é ruim, gerando desconfortos na região dos dedos (Figura 26).

Figura 26. Ajuste do balancim.



Após a aplicação da cola, o trabalhador pega longarina (laterais de acrílico) em recipiente ao seu lado, realizando flexão de braço esquerdo (Figura 27A) e faz sua colocação na placa, realizando movimentos de preensão pulpar, com baixo esforço, permanecendo em posição de flexão de coluna e de braços (Figuras 27B e 27C). Segundo ele, a colocação da longarina é necessária, pois alguns modelos de placa são sensíveis e podem se quebrar durante a movimentação na esteira.

Figura 27. Colocação da longarina.



Queixas dos Trabalhadores

Mesmo com a cadeira o trabalho é realizado em pé, pois como o ritmo é muito rápido não dá para sentar-se;

Tem que buscar as longarinas em local distante de seu posto, pois o alimentador não abastece os recipientes. Essa busca atrasa o trabalho.

Aplicação da ferramenta quantitativa no posto 2 – aplicação da cola

Tabela 7. Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 2: aplicação da cola

| Classificação | Caracterização Intensidade do esforço (FIT) | Mult. | Índice |
|------------------------------------|--|--------------|---------------|
| Leve | Tranquilo | 1,00 | 1,00 |
| Médio | Percebe-se algum esforço | 3,00 | |
| Pesado | Esforço nítido; sem expressão facial | 6,00 | |
| Muito Pesado | Esforço nítido; muda a expressão facial | 9,00 | |
| Próx. Máximo | Usa tronco e membros | 13,00 | |
| Duração do Esforço (FDE) | | | X |
| < 10% do ciclo | | 0,50 | 0,50 |
| 10 - 29% do ciclo | | 1,00 | |
| 30 - 49% do ciclo | | 1,50 | |
| 50 - 79% do ciclo | | 2,00 | |
| > 80% do ciclo | | 3,00 | |
| Frequência do Esforço (FFE) | | | X |
| < 4 p/min | | 0,50 | |
| 4 - 8 p/min | | 1,00 | |
| 9 - 14 p/min | | 1,50 | |
| 15 - 19 p/min | | 2,00 | |
| > 20 p/min | | 3,00 | 3,00 |
| Postura da Mão-Punho (FPMP) | | | X |
| Muito Boa | Neutro | 1,00 | |
| Boa | Próxima do neutro | 1,00 | |
| Razoável | Não neutro | 1,50 | 1,50 |
| Ruim | Desvio nítido | 2,00 | |
| Muito Ruim | Desvio próximo do máximo | 3,00 | |
| Ritmo do Trabalho (FRT) | | | X |
| Muito Lento | = < 80% | 1,00 | |
| Lento | 81 - 90% | 1,00 | |

| | | | |
|-------------------------------------|--|------|-------------|
| Razoável | 91 - 100% | 1,00 | |
| Rápido | 100 - 115% (apertado, porém acompanha) | 1,50 | 1,50 |
| Muito Rápido | > 115% (apertado, não acompanha) | 2,00 | |
| Duração do Trabalho (FDT) | | | X |
| = < 1 hora p/dia | | 0,25 | |
| 1 - 2 horas p/dia | | 0,50 | |
| 2 - 4 horas p/dia | | 0,75 | |
| 4 - 8 horas p/dia | | 1,00 | 1,00 |
| > 8 horas p/dia | | 1,50 | |
| Índice (FITxFDExFFExFPMPxFRTxFDT) = | | | 3,38 |
| < 3,00 Baixo Risco | | | |
| 3,00 a 7,00 Duvidoso | | | |
| > 7,00 Risco | | | |
| Conclusão: duvidoso | | | |

Recomendações

Orientar trabalhador a realizar suas atividades na posição sentada a fim de eliminar as posturas de flexão de coluna.

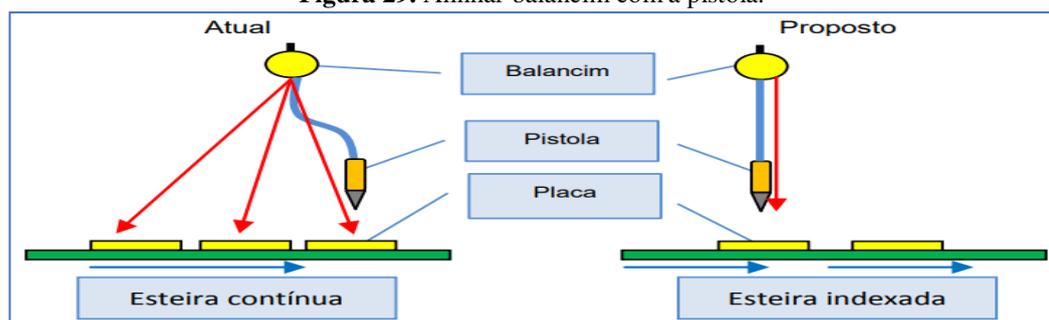
Embutir recipientes rasos para os componentes entre a trabalhadora e a esteira a fim de melhorar a área de alcance. Com isso as flexões e elevações de braço seriam amenizadas (Figura 28)

Figura 28. Embutir recipientes rasos para os componentes.



Alinhar balancim com a pistola sobre a área onde a placa estacionará a fim de amenizar as movimentações laterais do conjunto balancim + pistola sobre trilho suspenso (Figura 29).

Figura 29. Alinhar balancim com a pistola.



4.2.4 Avaliação do Posto 3 – Inserção Manual A

A partir deste posto de trabalho vão ocorrer as inserções manuais de componentes eletrônicos nas placas, que somam 16 postos de trabalho, sendo todos trabalhadores responsáveis por essa atividade, variando o número de componentes inseridos. Os componentes ficam acomodados em recipientes plásticos de vários tamanhos e profundidades que são alocados em prateleiras à frente dos trabalhadores. Esses recipientes são alimentados por trabalhador independente da inserção (alimentador de linha).

O trabalhador inicia pegando dois componentes iguais em recipiente a sua frente, realizando flexão acentuada de braços, chegando a se desencostar da cadeira (Figura 30A). Em seguida ele faz a inserção na placa com baixa aplicação de força (Figura 30B). Depois ele pega novamente mais dois componentes, realizando flexão e leve abdução de braços (Figura 30C) e insere em placa realizando os mesmos movimentos de pinçamento (Figura 30D).

Figura 30. Inserção Manual dos componentes.



Os movimentos para inserção dos componentes nas placas são feitos pelos dedos indicadores, médios e polegares, ora direito, ora esquerdo, em pinçamento com baixa aplicação

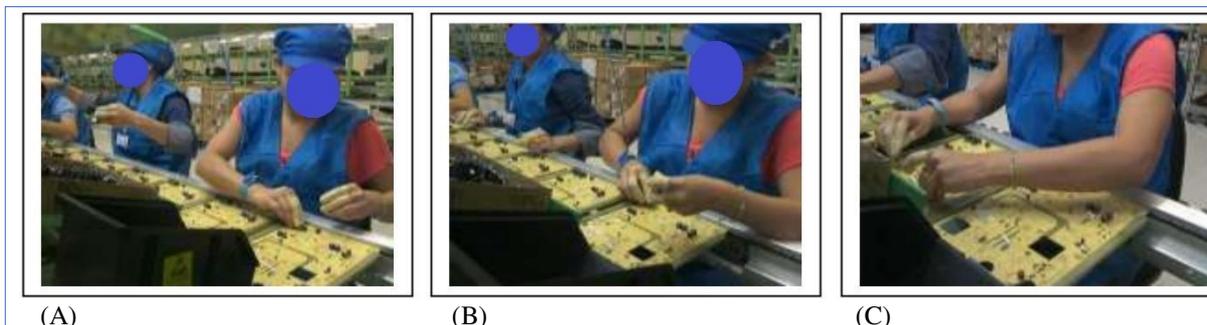
de força. Segundo os trabalhadores, o uso das dedeiras é para não ferir os dedos com as pontas dos componentes, mas que eles não causam compressões mecânicas (Figura 31).

Figura 31. Uso das dedeiras na aplicação dos componentes.



O trabalhador inicia a inserção dos componentes adiantando-se ao movimento da esteira, realizando adução do braço direito (Figura 32A), passando a adotar postura adequada quando a placa está de frente para si (Figura 32B) e finaliza realizando adução do braço esquerdo com a placa se encaminhando para o posto seguinte (Figura 32C).

Figura 32. Movimento dos braços na inserção dos componentes.



Queixas dos Trabalhadores

- Recipientes distantes da área de alcance;
- Cadeira desconfortável.

Aplicação da ferramenta quantitativa no posto 3 – inserção manual A.

Tabela 8 – Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 3: inserção manual A

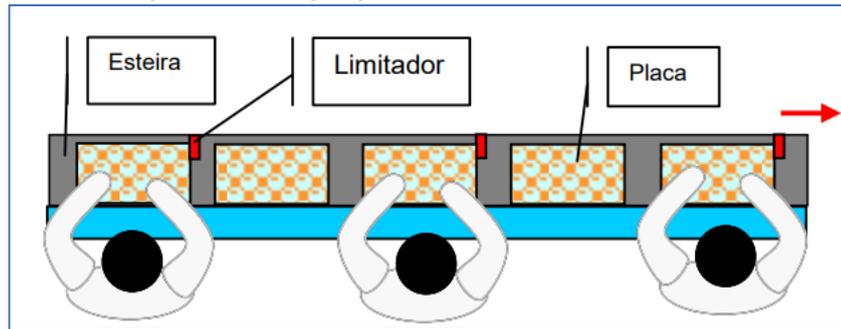
| Classificação | Caracterização Intensidade do esforço (FIT) | Mult. | Índice |
|---------------------------------|--|-------|----------|
| Leve | Tranquilo | 1,00 | 1,00 |
| Médio | Percebe-se algum esforço | 3,00 | |
| Pesado | Esforço nítido; sem expressão facial | 6,00 | |
| Muito Pesado | Esforço nítido; muda a expressão facial | 9,00 | |
| Próx. Máximo | Usa tronco e membros | 13,00 | |
| Duração do Esforço (FDE) | | | X |

| Classificação | Caracterização Intensidade do esforço (FIT) | Mult. | Índice |
|-------------------------------------|--|-------|-------------|
| < 10% do ciclo | | 0,50 | 0,50 |
| 10 - 29% do ciclo | | 1,00 | |
| 30 - 49% do ciclo | | 1,50 | |
| 50 - 79% do ciclo | | 2,00 | |
| > 80% do ciclo | | 3,00 | |
| Frequência do Esforço (FFE) | | | X |
| < 4 p/min | | 0,50 | |
| 4 - 8 p/min | | 1,00 | |
| 9 - 14 p/min | | 1,50 | |
| 15 - 19 p/min | | 2,00 | |
| > 20 p/min | | 3,00 | 3,00 |
| Postura da Mão-Punho (FPMP) | | | X |
| Muito Boa | Neutro | 1,00 | |
| Boa | Próxima do neutro | 1,00 | |
| Razoável | Não neutro | 1,50 | |
| Ruim | Desvio nítido | 2,00 | 2,00 |
| Muito Ruim | Desvio próximo do máximo | 3,00 | |
| Ritmo do Trabalho (FRT) | | | X |
| Muito Lento | = < 80% | 1,00 | |
| Lento | 81 - 90% | 1,00 | |
| Razoável | 91 - 100% | 1,00 | 1,00 |
| Rápido | 100 - 115% (apertado, porém acompanha) | 1,50 | |
| Muito Rápido | > 115% (apertado, não acompanha) | 2,00 | |
| Duração do Trabalho (FDT) | | | X |
| = < 1 hora p/dia | | 0,25 | |
| 1 - 2 horas p/dia | | 0,50 | |
| 2 - 4 horas p/dia | | 0,75 | |
| 4 - 8 horas p/dia | | 1,00 | 1,00 |
| > 8 horas p/dia | | 1,50 | |
| Índice (FITxFDExFFExFPMPxFRTxFDT) = | | | 3,00 |
| < 3,00 Baixo Risco | | | |
| 3,00 a 7,00 Duvidoso | | | |
| > 7,00 Risco | | | |
| Conclusão: duvidoso | | | |

Recomendações

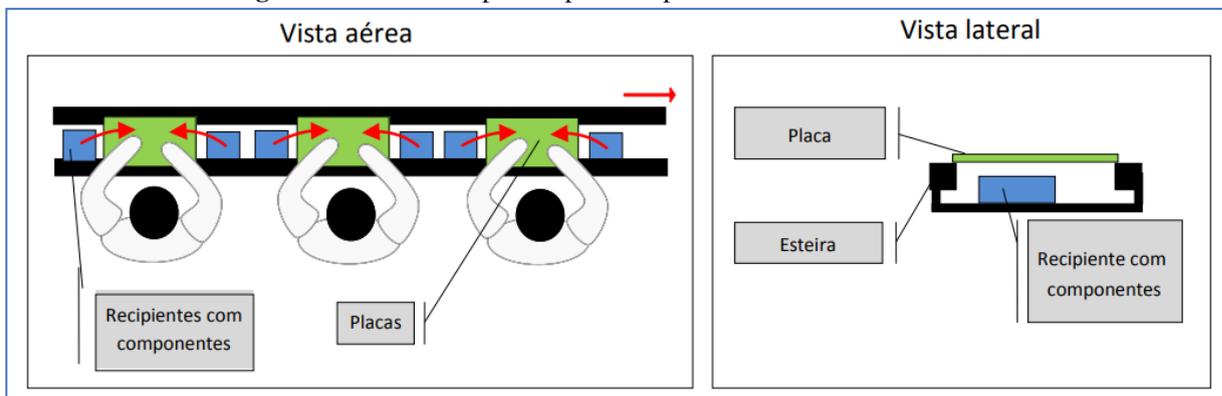
Configurar a esteira da linha de Inserção Manual em sistema indexado (anda e para), ou seja, a esteira para com a placa de frente ao trabalhador e depois de completar um ciclo pré-programado ela movimenta a placa até o próximo posto de trabalho e assim sucessivamente de forma automática (Figura 33).

Figura 33. Configuração da esteira em sistema indexado.



Instalar alguns dos recipientes para componentes no meio da esteira em altura abaixo da passagem das placas de modo a melhorar a área de alcance e evitar as flexões de braço (Figura 34).

Figura 34. Instalar recipientes para componentes no meio das esteiras.



Reorganizar o layout da linha de Inserção Manual a fim de posicionar cada posto de trabalho fora de mecanismos da esteira que impeçam ao trabalhador realizar movimentos corpóreos, como movimentação dos membros inferiores, compressão das estruturas musculares das pernas, entre outros (Figura 35).

Figura 35. Modificação no layout da IM para melhoria da movimentação.



Diminuir a largura da esteira que contempla os postos de trabalho situados depois da máquina de solda, tomando como base a dimensão do modelo de placa maior. Com isso as

placas ficarão mais próximas dos trabalhadores, minimizando o movimento de flexão de braço e tronco em algumas estações de trabalho (Figura 36).

Figura 36. Adaptação da esteira para minimizar o movimento de flexão dos braços e tronco.



4.2.5 Avaliação do Posto 4 – Reparo dos Componentes

Nesta atividade atuam dois trabalhadores, situados uma de cada lado da esteira motorizada que traz as placas até eles, as quais dividem a produção entre si (Figura 37A). Ambos realizam as mesmas tarefas, que consistem basicamente em retirar a placa da esteira, destacar as longarinas da placa, fazer inspeção visual de ambos os lados da placa e depois colocá-la no suporte do posto seguinte. O trabalhador inicia o ciclo de trabalho ao pegar a placa que vem na esteira, realizando flexão acentuada do braço e flexão do tronco, isso ocorre em razão da placa ficar distante da sua área de alcance (Figura 37B). Depois ele posiciona a placa na mesa a sua frente (Figura 37C).

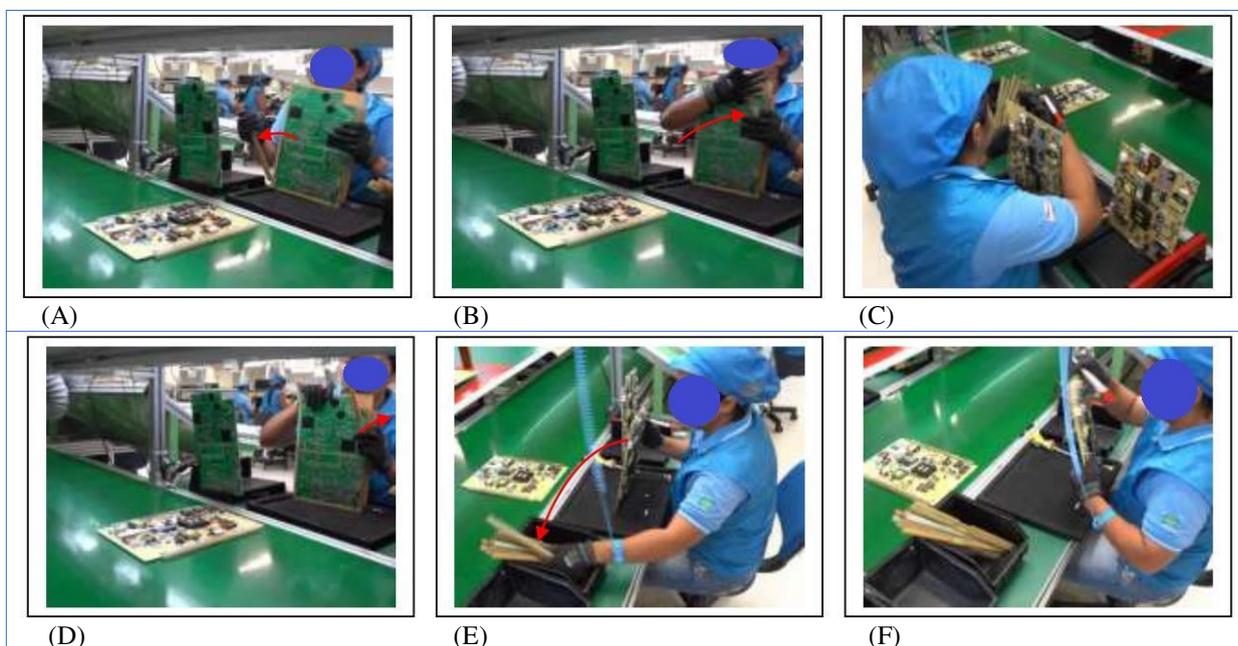
Figura 37. Movimentos dos trabalhadores no reparo dos componentes.



Em seguida o trabalhador destaca a longarina da placa usando a mão direita (Figura 38A), passa-a para a mão esquerda e a segura realizando movimento de adução do braço direito (Figura 38B e 38C), retira a outra longarina com a mão esquerda enquanto segura a placa com a direita (Figura 38D), dispõe ambas no recipiente (Figura 38E) e retorna com a mão esquerda

para segurar a placa (Figura 38F). Segundo informado pelo trabalhador a força empregada para destacar as longarinas é leve para este modelo.

Figura 38. Destacamento das longarinas.



A partir daí o trabalhador inicia a inspeção visual da placa. Primeiro ele verifica a parte frontal da placa quanto a possíveis componentes faltantes, componentes invertidos, componentes sem projeção etc. fazendo a movimentação da mesma de maneira que facilite sua visualização (Figuras 39A e 39B). Depois ele gira a placa em 180° e verifica a parte traseira quanto a SMD faltante, falta de projeção etc. (Figura 39C).

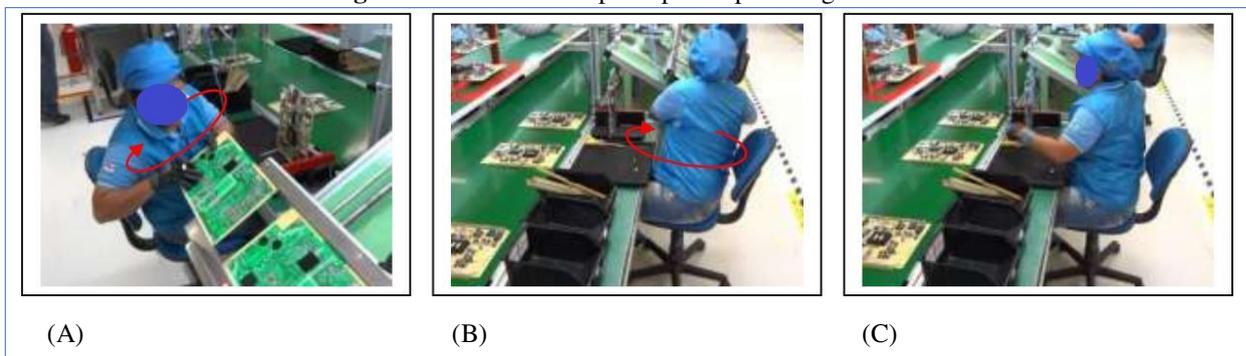
Figura 39. Inspeção visual da placa.



Feitas as inspeções o trabalhador posiciona e empurra a placa no suporte do posto seguinte realizando rotação do tronco, pois o mesmo está situação ao lado dele sendo que ele precisa usar ambas as mãos para direcionar a placa no trilho do suporte (Figuras 40A e 40B). Em seguida ele retorna o corpo para posição original encerrando o ciclo de trabalho enquanto outra placa já se aproxima dele (Figura 40C). Logo na sequência ele então irá pegar a placa na

esteira dando início a um novo ciclo de trabalho repetindo as tarefas conforme ilustradas a partir da Figura 37A.

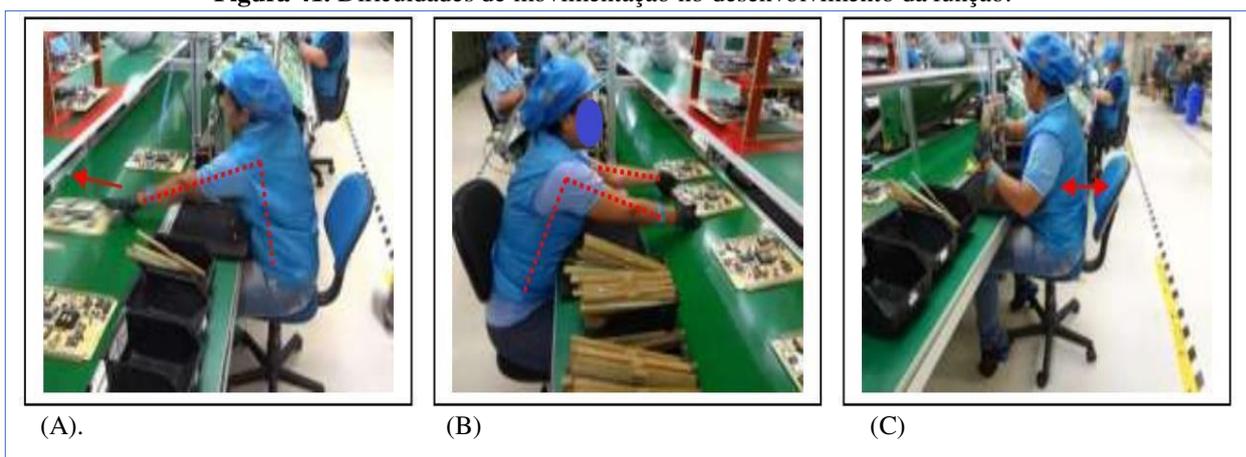
Figura 40. Manuseio da placa para o posto seguinte.



Queixas dos Trabalhadores

- A esteira traz as placas mais para perto do meu lado ficando longe para a colega da frente pegar, por causa disso eu tenho que ficar empurrando para ele, esticando o braço (Figura 41A).
- Quando não dá para colega empurrar a placa para mim, fica longe para eu pegar (Figura 41B).
- A cadeira é desconfortável e fica abaixando sozinha sem a gente mexer na regulagem. O encosto fica afastado, não dá para apoiar as costas (Figura 41C).
- Ficar retirando as longarinas atrasa muito o trabalho, tem vez que acumula placas.
- Acho que a iluminação não é boa para inspecionar a placa.
- No modelo LC32D1320 tem que fazer muita força para retirar as longarinas.

Figura 41. Dificuldades de movimentação no desenvolvimento da função.



Aplicação da ferramenta quantitativa no posto 4 – reparo dos componentes.

Tabela 9 – Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 4: reparo dos componentes

| Classificação | Caracterização Intensidade do esforço (FIT) | Mult. | Índice |
|-------------------------------------|--|--------------|---------------|
| Leve | Tranquilo | 1,00 | |
| Médio | Percebe-se algum esforço | 3,00 | 3,00 |
| Pesado | Esforço nítido; sem expressão facial | 6,00 | |
| Muito Pesado | Esforço nítido; muda a expressão facial | 9,00 | |
| Próx. Máximo | Usa tronco e membros | 13,00 | |
| Duração do Esforço (FDE) | | | X |
| < 10% do ciclo | | 0,50 | |
| 10 - 29% do ciclo | | 1,00 | 1,00 |
| 30 - 49% do ciclo | | 1,50 | |
| 50 - 79% do ciclo | | 2,00 | |
| > 80% do ciclo | | 3,00 | |
| Frequência do Esforço (FFE) | | | X |
| < 4 p/min | | 0,50 | 0,50 |
| 4 - 8 p/min | | 1,00 | |
| 9 - 14 p/min | | 1,50 | |
| 15 - 19 p/min | | 2,00 | |
| > 20 p/min | | 3,00 | |
| Postura da Mão-Punho (FPMP) | | | X |
| Muito Boa | Neutro | 1,00 | |
| Boa | Próxima do neutro | 1,00 | |
| Razoável | Não neutro | 1,50 | |
| Ruim | Desvio nítido | 2,00 | 2,00 |
| Muito Ruim | Desvio próximo do máximo | 3,00 | |
| Ritmo do Trabalho (FRT) | | | X |
| Muito Lento | = < 80% | 1,00 | |
| Lento | 81 - 90% | 1,00 | |
| Razoável | 91 - 100% | 1,00 | 1,00 |
| Rápido | 100 - 115% (apertado, porém acompanha) | 1,50 | |
| Muito Rápido | > 115% (apertado, não acompanha) | 2,00 | |
| Duração do Trabalho (FDT) | | | X |
| = < 1 hora p/dia | | 0,25 | |
| 1 - 2 horas p/dia | | 0,50 | |
| 2 - 4 horas p/dia | | 0,75 | |
| 4 - 8 horas p/dia | | 1,00 | 1,00 |
| > 8 horas p/dia | | 1,50 | |
| Índice (FITxFDExFFExFPMPxFRTxFDT) = | | | 3,00 |
| < 3,00 Baixo Risco | | | |
| 3,00 a 7,00 Duvidoso | | | |
| > 7,00 Risco | | | |
| Conclusão: duvidoso | | | |

Recomendações

Diminuir a largura da esteira tomando como base a dimensão do modelo de placa maior. Com isso as placas ficarão mais próximas do alcance das duas trabalhadoras, evitando que uma tenha que ficar empurrando a placa para a outra ou tenha que retirá-la em movimento de flexão de braço e tronco (Figura 42).

Figura 42. Diminuição da largura da esteira melhorando o segmento da placa.



Instalar um recipiente de cada lado da trabalhadora para depositar as longarinas. Ao retirar a longarina do lado esquerdo da placa ela a colocaria no recipiente do lado esquerdo sendo igualmente para o lado direito. Atualmente ela faz movimento de adução do braço em razão de existir recipiente só de um lado (Figura 43).

Figura 43. Recipiente para depositar as longarinas.



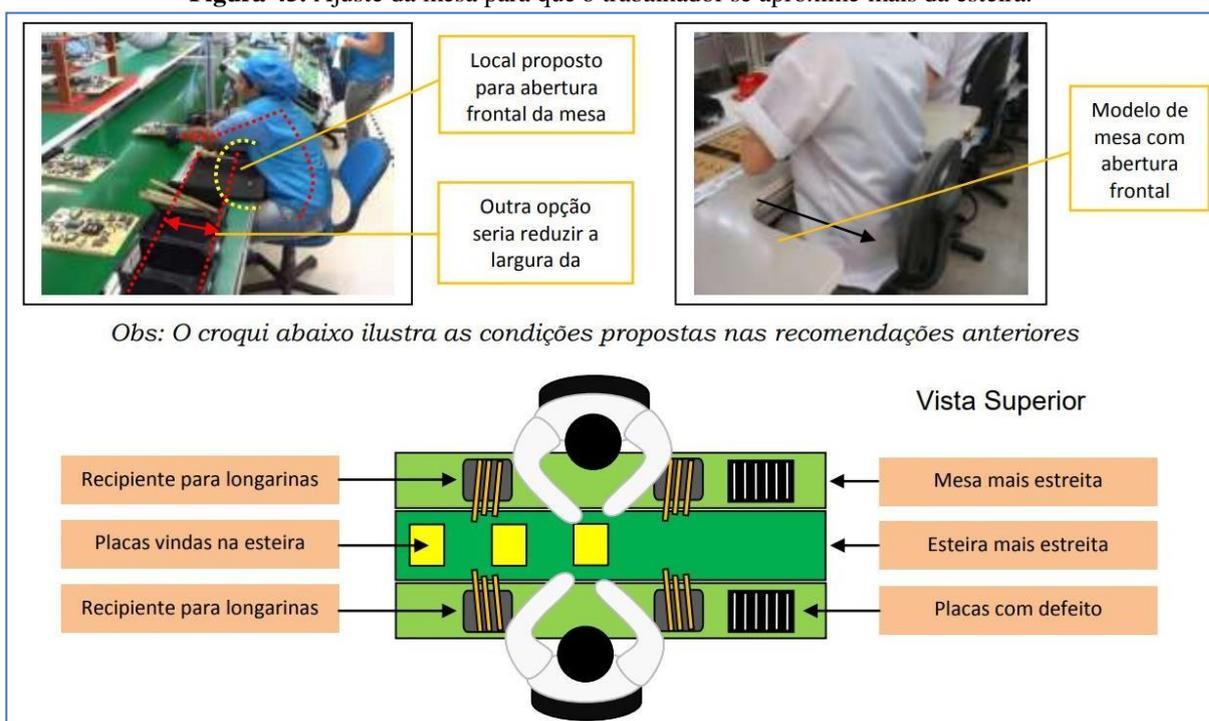
Retirar da frente da trabalhadora o suporte usado para colocar placas com defeito, pois o mesmo dificulta a retirada da placa na esteira, acentuando as posturas inadequadas – ver ilustrações abaixo (Figura 44).

Figura 44. Retirar o suporte da frente do trabalhador.



Diminuir a largura da mesa em cerca de 15 cm ou fazer abertura na região de frente à trabalhadora a fim de propiciar que a mesma se aproxime mais da esteira e retire a placa próximo da sua área de alcance, evitando as condições posturais inadequadas – ver ilustração abaixo (Figura 45).

Figura 45. Ajuste da mesa para que o trabalhador se aproxime mais da esteira.



Realizar manutenção no encosto da cadeira de maneira que o mesmo possa ser ajustado em angulação de 90°, o que permitirá que a trabalhadora apoie as costas. Deverá ainda ser disponibilizado apoio para pés com regulagem de altura – ver ilustração abaixo e também recomendações gerais (Figura 46).

Figura 46. Manutenção no encosto das cadeiras.



Alterar o layout da mesa utilizada pelos postos de “Reparo de componentes” e “Revisão de solda” de maneira que fique posicionada sobre a esteira, mantendo sua atual angulação. Com este reposicionamento o trilho onde são colocadas as placas pela trabalhadora do posto de “Retirada da longarina” ficará mais próximo da sua área de alcance, evitando assim as posturas inadequadas de braço e tronco (Figura 47).

Figura 47. Alteração do layout da mesa dos postos de reparo dos componentes.

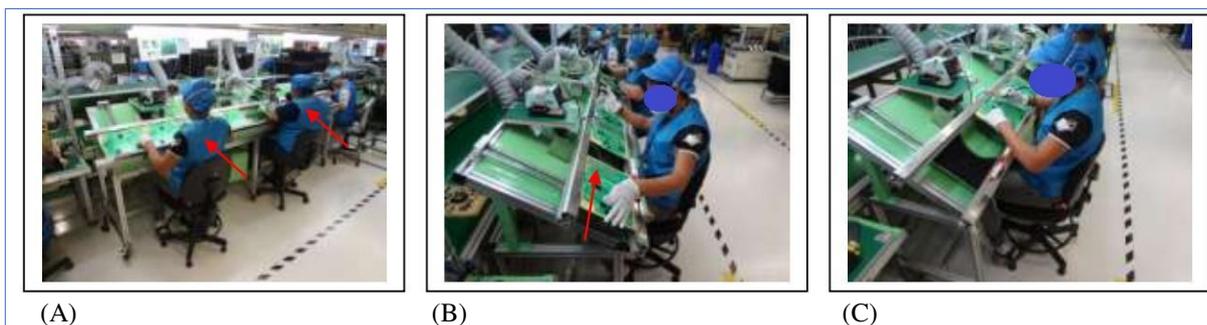


4.2.6 Avaliação do Posto 5 – Revisão da Solda

Nesta atividade atuam dois trabalhadores, situados um ao lado do outro em bancada instalada de frente a esteira (Figura 48A). Ambos executam as mesmas tarefas, que consistem basicamente em fazer a revisão e conserto da parte traseira da placa quanto a falhas de solda. O primeiro trabalhador atua no lado esquerdo da placa e outro no lado direito.

O trabalhador inicia o ciclo de trabalho ao puxar a placa pelo trilho, que fora ali colocada pelo colega do posto anterior (Figura 48B). Conforme ele puxa a placa a ser inspecionada acaba por empurrar a outra placa que já havia inspecionado no ciclo anterior, movimentando-a para o posto seguinte. Essa movimentação é feita com baixo esforço. Com a placa de frente para si ele dá início a atividade de inspeção da parte traseira da placa (Figura 48C).

Figura 48. Ciclo de trabalho no posto 5 de revisão da solda



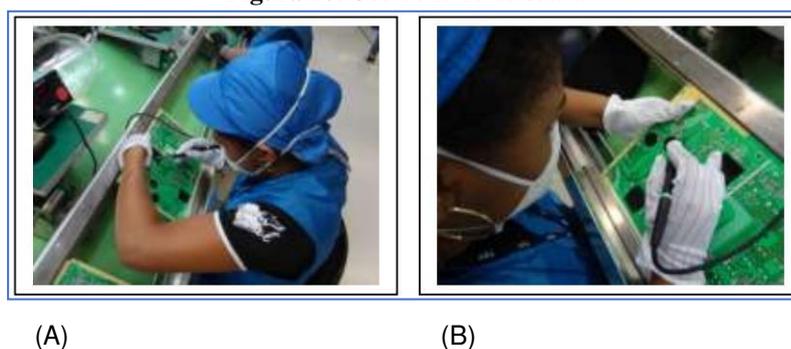
As inspeções a serem feitas referem-se à falta de solda, excesso de solda, etc. A placa é mantida em posição inclinada e isso facilita a visualização pelo trabalhador (Figura 49A). Durante a inspeção ele mantém o ferro de solda na mão direita e o fio de estanho na esquerda e vai passando o fio ao longo dos pontos de solda, começando na parte superior (Figura 49B) e descendo até a parte inferior (Figura 49C).

Figura 49. Inspeção da solda.



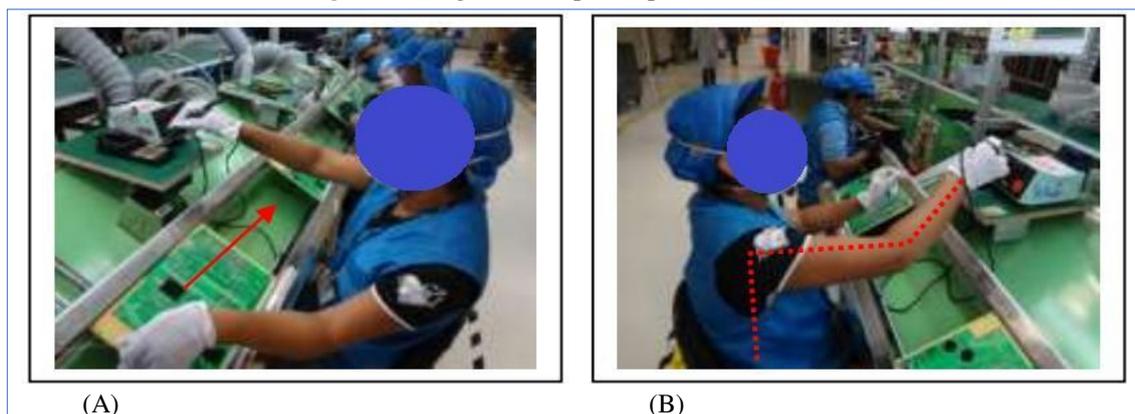
O uso do ferro de solda é feito somente se necessário, quando o trabalhador identifica alguma falha. São realizados movimentos de pinçamento pulpar com a mão direita com leve esforço enquanto a mão direita direciona o fio de estanho ou segura a placa (Figuras 50A e 50B). De forma geral, os esforços envolvidos são leves.

Figura 50. Uso do ferro de solda.



Feitas as inspeções o trabalhador se prepara para puxar a próxima placa e empurrar a placa que acaba de atuar (Figura 51A), enquanto leva o ferro de solda até recipiente para limpar sua ponta na esponja, realizando flexão e elevação do braço direito, pois o mesmo encontra-se em posição alta (Figura 51B). Assim ele encerra o ciclo de trabalho e na sequência dá início a um novo ciclo repetindo as tarefas conforme ilustradas a partir da Figura 48A.

Figura 51. Segmento da placa após uso do ferro de solda.



Foi observado que a cadeira utilizada pelo trabalhador apresenta bom padrão ergonômico quanto ao estofamento e ao sistema de regulagens, tanto para o assento como para o apoio dorsal. Contudo, não há apoio para os pés e estes ficam suspensos (Figura 52).

Figura 52. Ausência de apoio para os pés.



Queixas dos Trabalhadores

- A iluminação na placa (nos pontos de solda) reflete na vista da gente;
- A exaustão não funciona direito, mesmo com a máscara a gente respira a fumaça da solda;
- Não tem suporte separado para colocar os alicates;
- A máscara provoca alergia e sufoca;
- O suporte da placa é muito alto.

Aplicação da ferramenta quantitativa no posto 5 – revisão da solda.

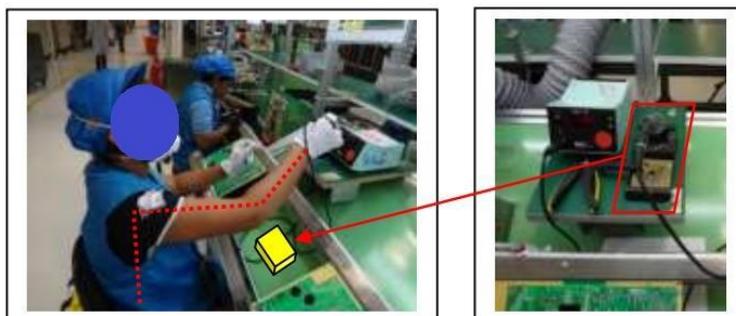
Tabela 10 – Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 5: revisão da solda

| Classificação | Caracterização Intensidade do esforço (FIT) | Mult. | Índice |
|--|--|--------------|---------------|
| Leve | Tranquilo | 1,00 | 1,00 |
| Médio | Percebe-se algum esforço | 3,00 | |
| Pesado | Esforço nítido; sem expressão facial | 6,00 | |
| Muito Pesado | Esforço nítido; muda a expressão facial | 9,00 | |
| Próx. Máximo | Usa tronco e membros | 13,00 | |
| Duração do Esforço (FDE) | | | X |
| < 10% do ciclo | | 0,50 | 0,50 |
| 10 - 29% do ciclo | | 1,00 | |
| 30 - 49% do ciclo | | 1,50 | |
| 50 - 79% do ciclo | | 2,00 | |
| > 80% do ciclo | | 3,00 | |
| Frequência do Esforço (FFE) | | | X |
| < 4 p/min | | 0,50 | |
| 4 - 8 p/min | | 1,00 | |
| 9 - 14 p/min | | 1,50 | 1,50 |
| 15 - 19 p/min | | 2,00 | |
| > 20 p/min | | 3,00 | |
| Postura da Mão-Punho (FPMP) | | | X |
| Muito Boa | Neutro | 1,00 | |
| Boa | Próxima do neutro | 1,00 | |
| Razoável | Não neutro | 1,50 | 1,50 |
| Ruim | Desvio nítido | 2,00 | |
| Muito Ruim | Desvio próximo do máximo | 3,00 | |
| Ritmo do Trabalho (FRT) | | | X |
| Muito Lento | = < 80% | 1,00 | |
| Lento | 81 - 90% | 1,00 | |
| Razoável | 91 - 100% | 1,00 | 1,00 |
| Rápido | 100 - 115% (apertado, porém | 1,50 | |
| Muito Rápido | > 115% (apertado, não acompanha) | 2,00 | |
| Duração do Trabalho (FDT) | | | X |
| = < 1 hora p/dia | | 0,25 | |
| 1 - 2 horas p/dia | | 0,50 | |
| 2 - 4 horas p/dia | | 0,75 | |
| 4 - 8 horas p/dia | | 1,00 | 1,00 |
| > 8 horas p/dia | | 1,50 | |
| Índice (FITxFDExFFE ^x FPMPxFRTxFDT) = | | | 1,13 |
| < 3,00 Baixo Risco | | | |
| 3,00 a 7,00 Duvidoso | | | |
| > 7,00 Risco | | | |
| Conclusão: baixo Risco | | | |

Recomendações

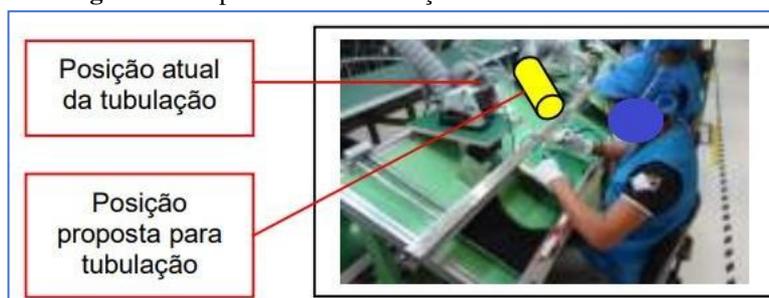
Realocar o suporte utilizado para o ferro de solda e para a esponja de limpeza do ponto do ferro de solda, de maneira que o mesmo fique no centro do trilho, mantendo espaço suficiente para a passagem da placa sobre o mesmo (Figura 53).

Figura 53. Realocação do suporte utilizado para o ferro de solda.



Instruir a trabalhadora a posicionar a tubulação do sistema de exaustão para mais próximo do local de uso do ferro de solda a fim de que os fumos metálicos não sejam lançados no seu rosto (Figura 54).

Figura 54. Reposicionar a tubulação do sistema de exaustão.



4.2.7 Avaliação do Posto 6 – Corte de Terminais

Nesta atividade atua um trabalhador, situado logo depois das estações de inspeção (Figura 55A). Suas tarefas consistem basicamente em retirar a placa do trilho após a mesma ter passado pela inspeção, colocá-la na mesa, cortar as extremidades dos terminais usando alicate pneumático, escovar a placa, colocar manta na esteira e colocar a placa sobre a manta.

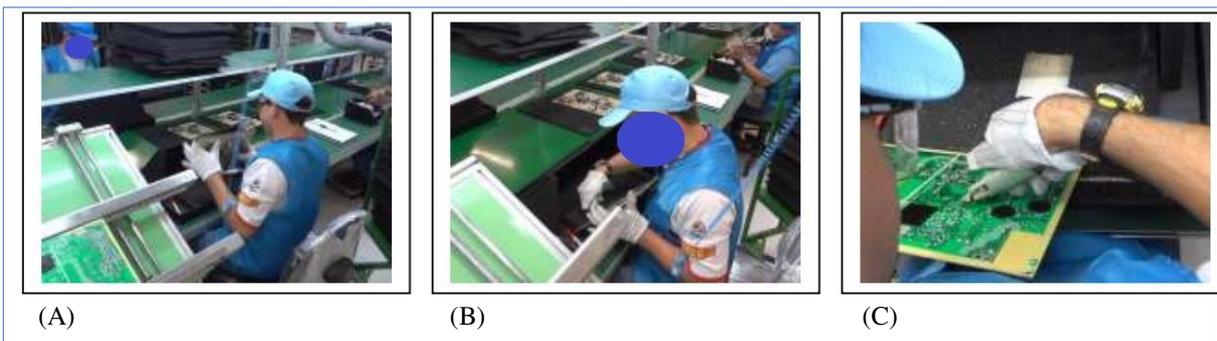
O trabalhador inicia o ciclo de trabalho ao pegar a placa no trilho, que fora ali colocada pelo colega do posto anterior. No momento da pega ele realiza extensão e abdução do braço esquerdo, pois o trilho está localizado atrás da linha do seu ombro (Figura 55B). Às vezes acontece de ter que pegá-la mais distante, ocorrendo flexão e abdução do braço esquerdo de maneira mais acentuada (Figura 55C).

Figura 55. Posicionamento para corte dos terminais.



Em seguida ele posiciona a placa na mesa (Figura 56A) e dá início ao processo de corte dos terminais (Figura 56B). Para isso ele faz uso de alicate pneumático que não exige esforço da mão para cortar e o gatilho de acionamento é bem leve. Há, porém, sustentação do peso do mesmo em postura de preensão palmar e movimento flexão de punho (Figura 56C).

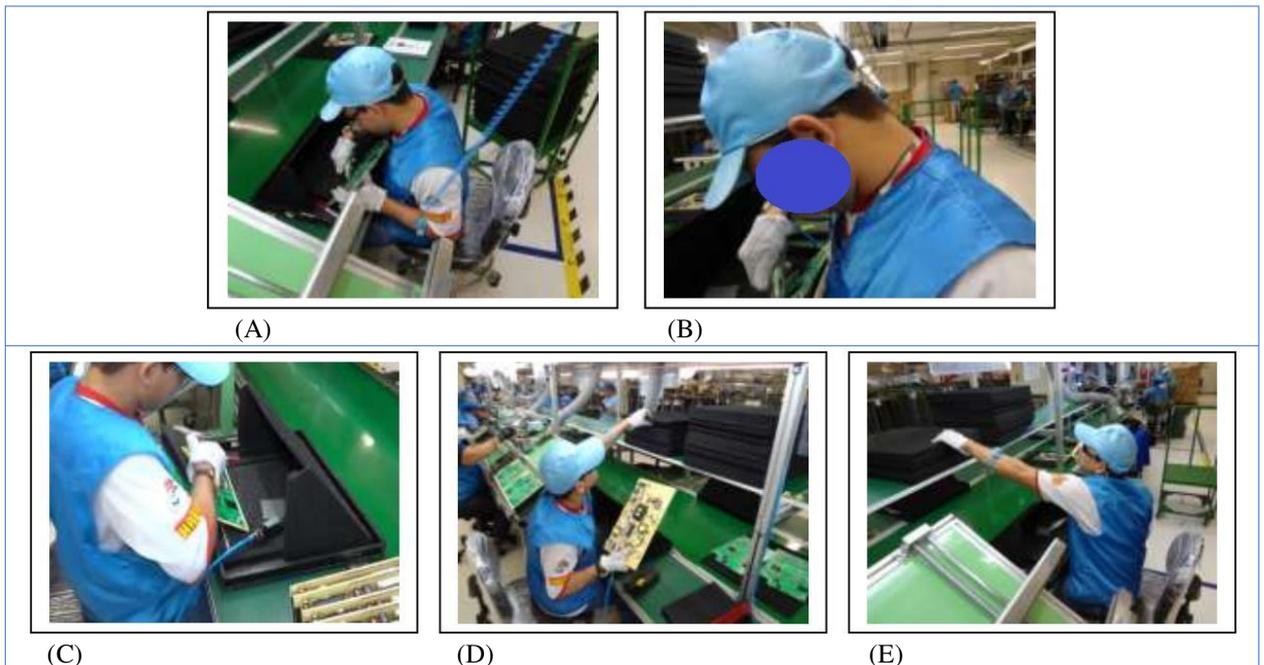
Figura 56. Processo de corte dos terminais.



A placa fica apoiada na mesa e angulada (Figura 57A) o que leva o trabalhador, durante toda a atividade de corte, a manter flexão acentuada de pescoço (Figura 57B).

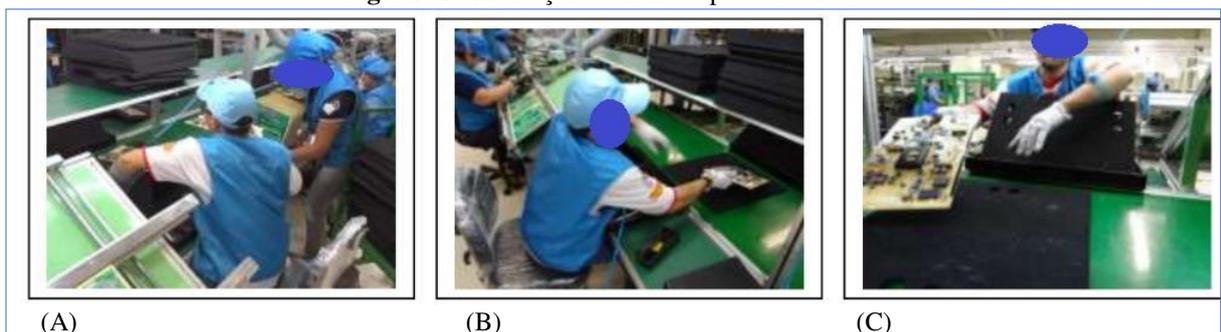
Depois de realizar o corte de vários terminais o trabalhador passa uma escova sobre a área cortada a fim de retirar eventuais rebarbas (Figura 57C). Feito isso ele pega com a mão esquerda uma manta sobre a bancada, que se encontra alta e distante da área de alcance, realizando movimento de flexão acentuada do braço esquerdo além de elevação acima da linha do ombro, enquanto segura a placa com a mão direita (Figuras 57D e 57E).

Figura 57. Passo a passo dos cortes.



Em seguida ele posiciona a manta na esteira realizando abdução do braço esquerdo (Figura 58A) e depois posiciona a placa sobre a manta realizando flexão do braço direito (Figura 58B). Para colocar tanto a manta como a placa na esteira o trabalhador encontra dificuldade, pois a caixa de contenção das pontas de terminais está localizada a sua frente, limitando os movimentos dos braços (Figura 58C). Feito isso ele encerra o ciclo de trabalho e na sequência dá início a um novo ciclo repetindo as tarefas conforme ilustradas a partir da Figura 55B.

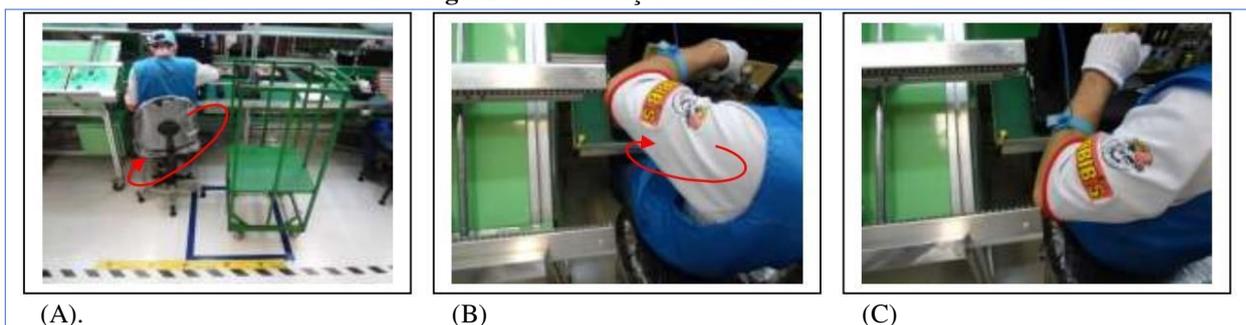
Figura 58. Colocação da manta e placa na esteira.



Queixas dos Trabalhadores

- Tenho que afastar o carrinho e tirá-lo da área demarcada porque ele fica no espaço que eu trabalho (Figura 59A).
- Conforme a gente movimenta o braço para pegar a placa, às vezes acontece de bater o cotovelo nas quinas dos trilhos e machuca (Figura 59B e 59C).

Figura 59. Realocação do carrinho.



Aplicação da ferramenta quantitativa no posto 6 – corte de terminais.

Tabela 11 – Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 6: corte de terminais

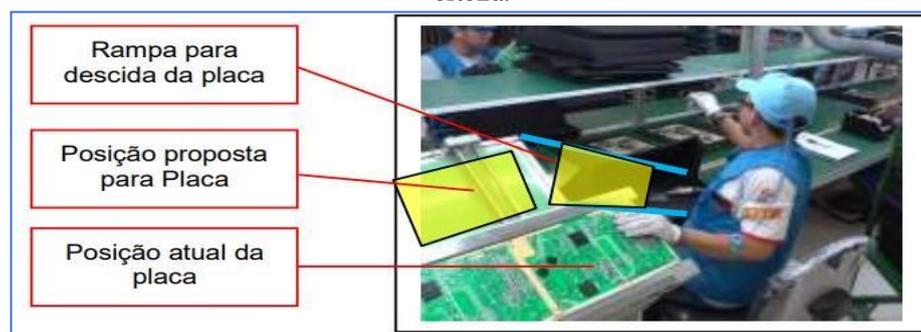
| Classificação | Caracterização Intensidade do esforço (FIT) | Mult. | Índice |
|------------------------------------|--|-------|----------|
| Leve | Tranquilo | 1,00 | 1,00 |
| Médio | Percebe-se algum esforço | 3,00 | |
| Pesado | Esforço nítido; sem expressão facial | 6,00 | |
| Muito Pesado | Esforço nítido; muda a expressão facial | 9,00 | |
| Próx. Máximo | Usa tronco e membros | 13,00 | |
| Duração do Esforço (FDE) | | | X |
| < 10% do ciclo | | 0,50 | 0,50 |
| 10 - 29% do ciclo | | 1,00 | |
| 30 - 49% do ciclo | | 1,50 | |
| 50 - 79% do ciclo | | 2,00 | |
| > 80% do ciclo | | 3,00 | |
| Frequência do Esforço (FFE) | | | X |
| < 4 p/min | | 0,50 | 0,50 |
| 4 - 8 p/min | | 1,00 | |
| 9 - 14 p/min | | 1,50 | |
| 15 - 19 p/min | | 2,00 | |
| > 20 p/min | | 3,00 | |
| Postura da Mão-Punho (FPMP) | | | X |
| Muito Boa | Neutro | 1,00 | |
| Boa | Próxima do neutro | 1,00 | |
| Razoável | Não neutro | 1,50 | 1,50 |
| Ruim | Desvio nítido | 2,00 | |
| Muito Ruim | Desvio próximo do máximo | 3,00 | |
| Ritmo do Trabalho (FRT) | | | X |
| Muito Lento | = < 80% | 1,00 | |
| Lento | 81 - 90% | 1,00 | |
| Razoável | 91 - 100% | 1,00 | 1,00 |
| Rápido | 100 - 115% (apertado, porém acompanha) | 1,50 | |
| Muito Rápido | > 115% (apertado, não acompanha) | 2,00 | |
| Duração do Trabalho (FDT) | | | X |
| = < 1 hora p/dia | | 0,25 | |
| 1 - 2 horas p/dia | | 0,50 | |
| 2 - 4 horas p/dia | | 0,75 | |
| 4 - 8 horas p/dia | | 1,00 | 1,00 |

| Classificação | Caracterização Intensidade do esforço (FIT) | Mult. | Índice |
|-------------------------------------|--|-------|-------------|
| > 8 horas p/dia | | 1,50 | |
| Índice (FITxFDExFFExFPMPxFRTxFDT) = | | | 0,38 |
| < 3,00 Baixo Risco | | | |
| 3,00 a 7,00 Duvidoso | | | |
| > 7,00 Risco | | | |
| Conclusão: baixo risco | | | |

Recomendações

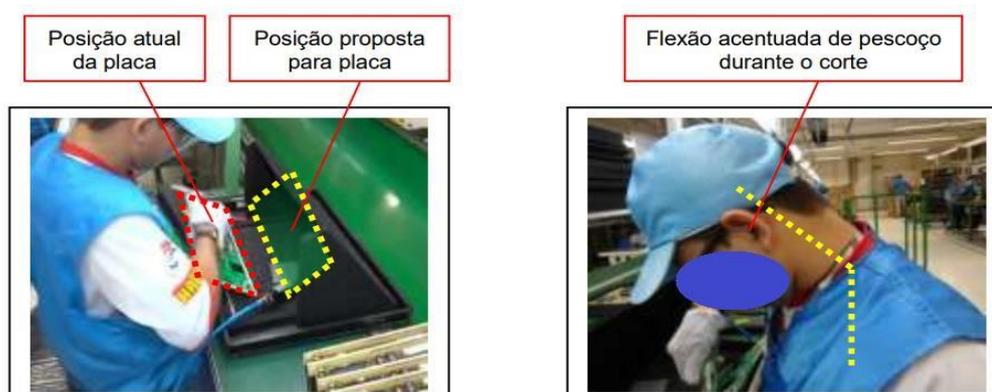
Posicionar a mesa utilizada pelos postos de “Reparo de componentes” e “Revisão de solda” sobre a esteira, a retirada da placa na esteira ficará mais próximo da área de alcance do trabalhador do posto de Corte de terminais, minimizando as posturas inadequadas do braço esquerdo (Figura 60).

Figura 60. Posicionar a mesa utilizada pelos postos de “Reparo de componentes” e “Revisão de solda” sobre a esteira.



Posicionar a placa de frente ao trabalhador e de forma inclinada no momento de se fazer o corte da extremidade dos terminais. Com isso espera-se minimizar a flexão de pescoço que hoje em razão de a mesma estar situada muito próxima ao corpo e em inclinação desfavorável – ver ilustração abaixo (Figura 61).

Figura 61. Posicionar a placa de frente ao trabalhador e de forma inclinada no momento de se fazer o corte da extremidade dos terminais.



Posicionar o trabalhador ao lado do posto de Revisão de solda de maneira a propiciar que o mesmo possa apoiar a placa no trilho inclinado (já existente) para fazer a tarefa de corte dos terminais, ficando assim em posição mais favorável ao pescoço.

Diminuir a profundidade da mesa cerca de 15 cm de forma a propiciar que o trabalhador possa se aproximar mais da esteira, minimizando o movimento de flexão do braço direito e das costas ao depositar a placa.

Instalar suporte sobre a esteira e transferir para ele as mantas que hoje estão situadas na parte de cima da esteira. Com isso espera-se minimizar as posturas de elevação e flexão do braço esquerdo (Figura 62)

Figura 62. Instalar suporte sobre a esteira e transferir para ele as mantas que hoje estão situadas na parte de cima da esteira.



4.2.8 Avaliação Posto 7 – Teste ICT

O equipamento de ICT é operado por um trabalhador que realiza o teste em todas as placas da linha (Figura 63A). Suas tarefas consistem basicamente em pegar a placa na esteira, dispô-la no jig de teste do equipamento, acionar botoeira bimanual para iniciar o teste, retirar a placa depois de testada, passar a placa sob o aparelho escâner e colocá-la de volta na esteira. O trabalhador inicia o ciclo de trabalho ao pegar a placa na esteira, realizando movimento de abdução do braço esquerdo (Figura 63B e 63C).

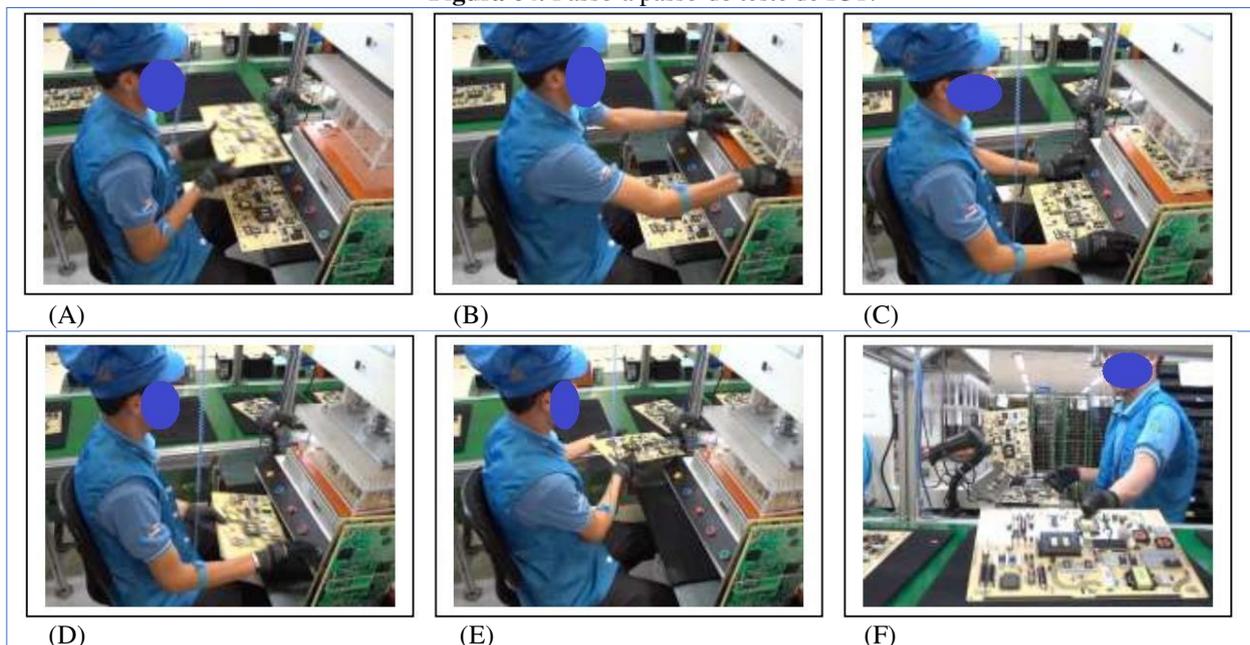
Figura 63. Rotina do operador que atua no equipamento ICT.



Ele leva a placa até a sua frente e a segura com ambas as mãos (Figura 64A), depois posiciona-a no jig do teste em movimento de flexão dos braços de modo acentuado, e isso ocorre porque o local de deposição está distante da sua área de alcance (Figura 64B). Em seguida ele aciona a botoeira bimanual com leve esforço e o teste é iniciado (Figura 64C).

Enquanto o equipamento faz o teste o trabalhador pega a placa deixada na mesa no ciclo anterior (Figura 64D), passa-a sob o aparelho de escâner realizando movimento de adução do braço direito (Figura 64E) e a coloca de volta na esteira (Figura 64F).

Figura 64. Passo a passo do teste de ICT.



Enquanto isso o equipamento acabara de efetuar o teste tendo liberado a placa anterior. Sendo assim o trabalhador a retira do jig realizando novamente o movimento de flexão acentuada dos braços (Figura 65A), traz até a mesa (Figura 65B), onde a deposita com a mão direita (Figura 65C), finalizando o ciclo de trabalho. Ao mesmo tempo o trabalhador já busca outra placa na esteira com a mão esquerda (Figura 65C) para dar início a um novo ciclo e irá repetir as tarefas conforme ilustradas a partir da Figura 63B.

Figura 65. Finalização do teste.



Queixas dos Trabalhadores

- Às vezes o ritmo fica muito acelerado e as placas passam do ponto onde eu as retiro na esteira, e daí eu tenho que esticar o braço para trás para pegá-las.

Aplicação da ferramenta quantitativa no posto 7 – teste de ICT.

Tabela 12 – Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 7: teste ICT

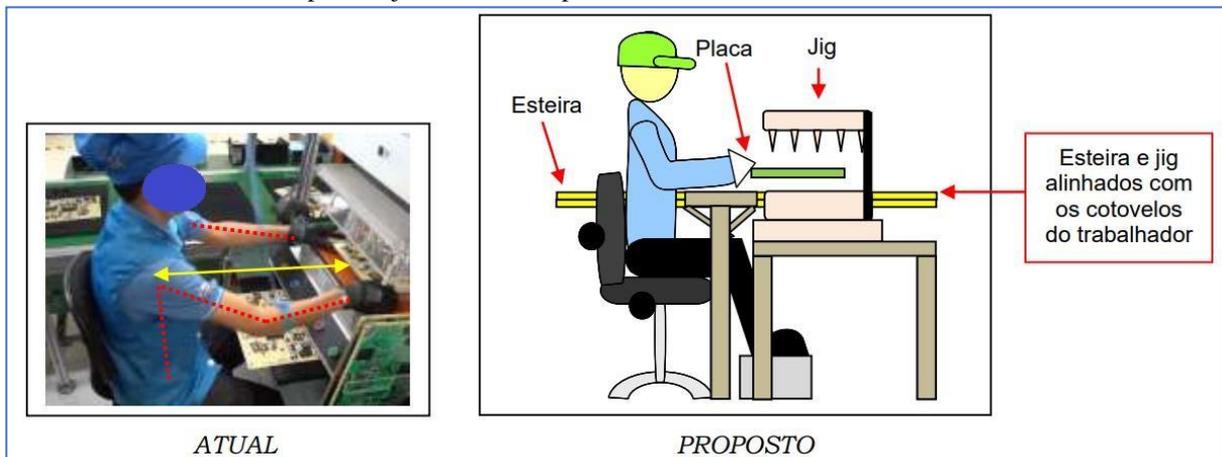
| Classificação | Caracterização Intensidade do esforço (FIT) | Mult. | Índice |
|-------------------------------------|--|-------|-------------|
| Leve | Tranquilo | 1,00 | 1,00 |
| Médio | Percebe-se algum esforço | 3,00 | |
| Pesado | Esforço nítido; sem expressão facial | 6,00 | |
| Muito Pesado | Esforço nítido; muda a expressão facial | 9,00 | |
| Próx. Máximo | Usa tronco e membros | 13,00 | |
| Duração do Esforço (FDE) | | | X |
| < 10% do ciclo | | 0,50 | |
| 10 - 29% do ciclo | | 1,00 | 1,00 |
| 30 - 49% do ciclo | | 1,50 | |
| 50 - 79% do ciclo | | 2,00 | |
| > 80% do ciclo | | 3,00 | |
| Frequência do Esforço (FFE) | | | X |
| < 4 p/min | | 0,50 | |
| 4 - 8 p/min | | 1,00 | 1,00 |
| 9 - 14 p/min | | 1,50 | |
| 15 - 19 p/min | | 2,00 | |
| > 20 p/min | | 3,00 | |
| Postura da Mão-Punho (FPMP) | | | X |
| Muito Boa | Neutro | 1,00 | |
| Boa | Próxima do neutro | 1,00 | |
| Razoável | Não neutro | 1,50 | |
| Ruim | Desvio nítido | 2,00 | 2,00 |
| Muito Ruim | Desvio próximo do máximo | 3,00 | |
| Ritmo do Trabalho (FRT) | | | X |
| Muito Lento | = < 80% | 1,00 | |
| Lento | 81 - 90% | 1,00 | |
| Razoável | 91 - 100% | 1,00 | 1,00 |
| Rápido | 100 - 115% (apertado, porém acompanha) | 1,50 | |
| Muito Rápido | > 115% (apertado, não acompanha) | 2,00 | |
| Duração do Trabalho (FDT) | | | X |
| = < 1 hora p/dia | | 0,25 | |
| 1 - 2 horas p/dia | | 0,50 | |
| 2 - 4 horas p/dia | | 0,75 | |
| 4 - 8 horas p/dia | | 1,00 | 1,00 |
| > 8 horas p/dia | | 1,50 | |
| Índice (FITxFDExFFE×FPMP×FRT×FDT) = | | | 2,00 |
| < 3,00 Baixo Risco | | | |
| 3,00 a 7,00 Duvidoso | | | |
| > 7,00 Risco | | | |

| Classificação | Caracterização Intensidade do esforço (FIT) | Mult. | Índice |
|-------------------------------|--|-------|--------|
| Conclusão: baixo risco | | | |

Recomendações

Aproximar o aparelho de teste em direção ao trabalhador de maneira que a colocação e a retirada da placa sejam feitas mais próximas da sua área de alcance. O jig da máquina, onde a placa é depositada, deverá ficar na mesma altura da esteira. Para isso o aparelho de teste deverá ficar em mesa mais baixa e separada da mesa onde o trabalhador usa como apoio (Figura 66).

Figura 66. Aproximar o aparelho de teste em direção ao trabalhador de maneira que a colocação e a retirada da placa sejam feitas mais próximas da sua área de alcance.

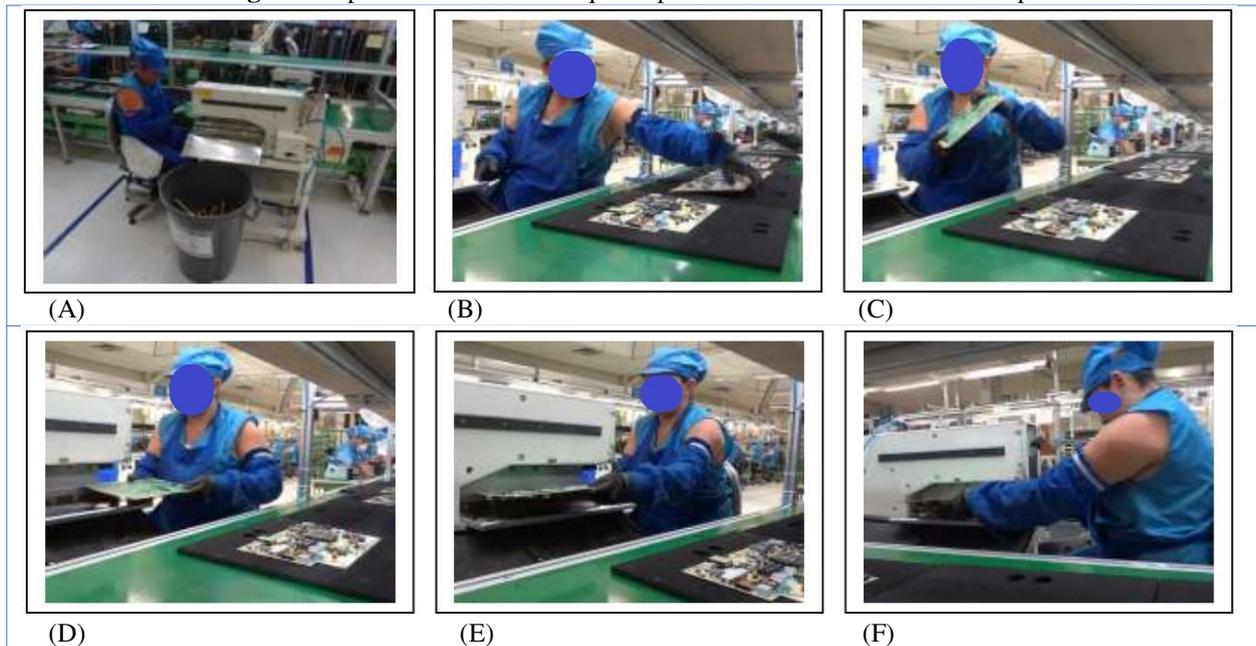


4.2.9 Avaliação do Posto 8 – Depanelização

A operação de depanelização consiste em cortar as quatro partes serrilhadas no contorno da placa. O equipamento usado para isso é operado por um trabalhador (Figura 67A) e suas tarefas consistem basicamente em pegar a placa na esteira, dispô-la na face do equipamento e passa-la ao longo da mesma enquanto aciona com pedal.

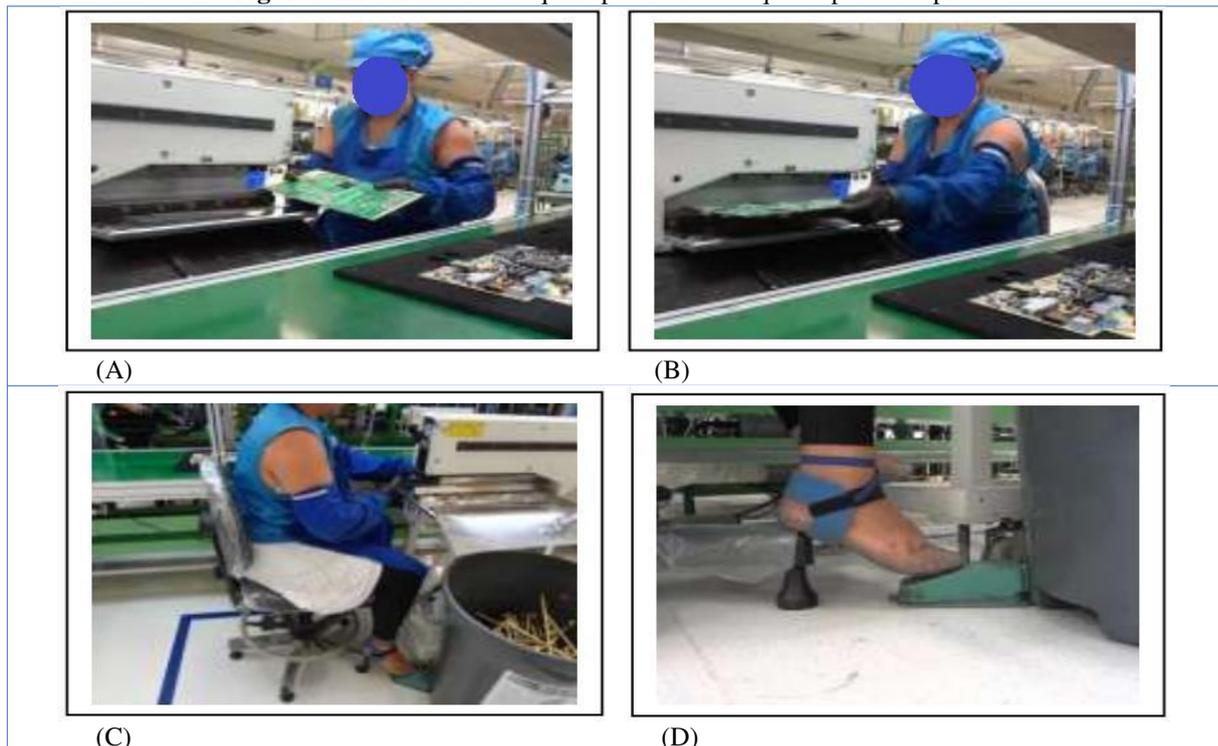
O trabalhador inicia o ciclo de trabalho ao pegar a placa na esteira, realizando movimento acentuado de abdução do braço esquerdo, chegando até a inclinar o tronco lateralmente (Figura 67B) e isso ocorre porque a placa fica situada distante da sua área de alcance. Ele leva a placa até próximo de si e a segura com ambas as mãos (Figura 67C), posiciona-a na máquina (Figura 67D) e desliza-a ao longo da face realizando movimento de flexão do braço esquerdo (Figuras 67E e 67F).

Figura 67. processo de corte das quatro partes serrilhadas no contorno da placa.



Em seguida o trabalhador gira a placa em 90° usando ambas as mãos (Figura 68A) e volta a passá-la pela máquina adotando os mesmos movimentos e posturas comentados anteriormente (Figura 68B). No total ele passa a placa 4 vezes na máquina, cortando os 4 lados de seu contorno. O acionamento da máquina se dá através de pedal que fica posicionado no chão. Como o trabalhador tem dificuldade para alcançá-lo ele apoia o pé na base da cadeira e o estende para baixo, em posição desconfortável (Figuras 68C e 68D).

Figura 68. Manuseio da máquina para corte das quatro partes da placa.



Para finalizar o ciclo de trabalho, o trabalhador devolve a placa na manta sobre a esteira, realizando novamente flexão acentuada de braço e inclinação de tronco (Figura 69). Neste momento, ele reinicia seu ciclo de trabalho conforme Figura 67B.

Figura 69. Finalização do ciclo e devolução da placa na manta.



Queixas dos Trabalhadores

Não houve queixas de aspecto geral.

Aplicação da ferramenta quantitativa no posto 8 – depanelização.

Tabela 13 – Critério de Morre e Garg aplicado ao posto 8: depanelização

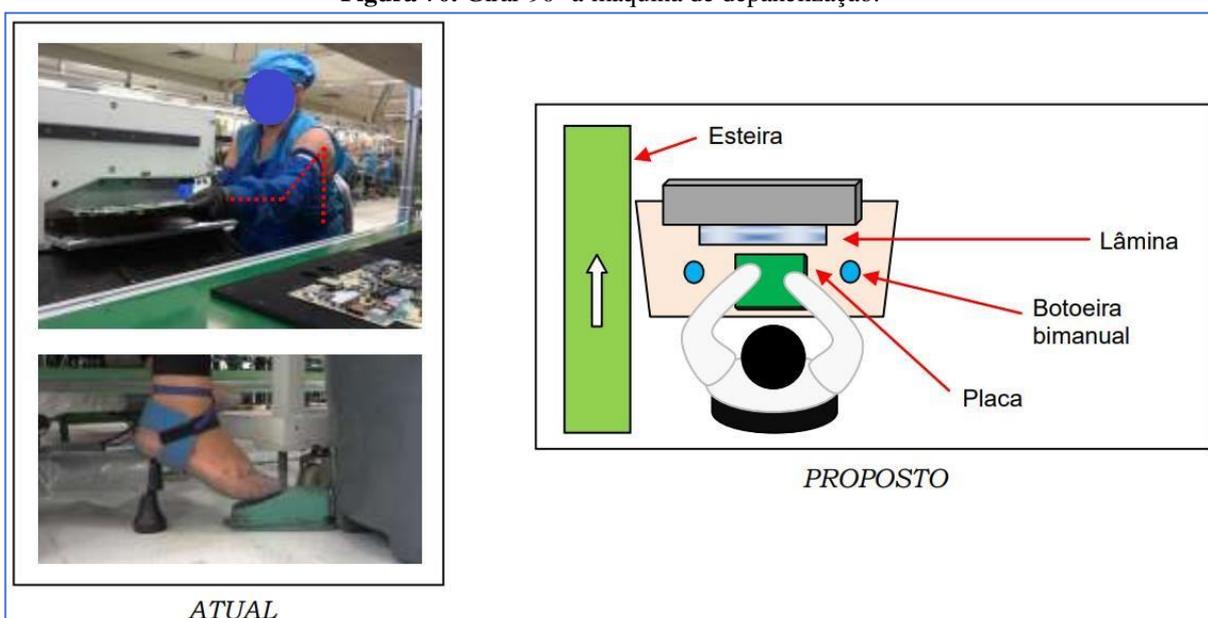
| Classificação | Caracterização Intensidade do esforço (FIT) | Mult. | Índice |
|------------------------------------|--|-------|----------|
| Leve | Tranquilo | 1,00 | 1,00 |
| Médio | Percebe-se algum esforço | 3,00 | |
| Pesado | Esforço nítido; sem expressão facial | 6,00 | |
| Muito Pesado | Esforço nítido; muda a expressão facial | 9,00 | |
| Próx. Máximo | Usa tronco e membros | 13,00 | |
| Duração do Esforço (FDE) | | | X |
| < 10% do ciclo | | 0,50 | |
| 10 - 29% do ciclo | | 1,00 | 1,00 |
| 30 - 49% do ciclo | | 1,50 | |
| 50 - 79% do ciclo | | 2,00 | |
| > 80% do ciclo | | 3,00 | |
| Frequência do Esforço (FFE) | | | X |
| < 4 p/min | | 0,50 | |
| 4 - 8 p/min | | 1,00 | |
| 9 - 14 p/min | | 1,50 | 1,50 |
| 15 - 19 p/min | | 2,00 | |
| > 20 p/min | | 3,00 | |
| Postura da Mão-Punho (FPMP) | | | X |
| Muito Boa | Neutro | 1,00 | |
| Boa | Próxima do neutro | 1,00 | |
| Razoável | Não neutro | 1,50 | |
| Ruim | Desvio nítido | 2,00 | 2,00 |

| Classificação | Caracterização Intensidade do esforço (FIT) | Mult. | Índice |
|-------------------------------------|--|-------|-------------|
| Muito Ruim | Desvio próximo do máximo | 3,00 | |
| Ritmo do Trabalho (FRT) | | | X |
| Muito Lento | = < 80% | 1,00 | |
| Lento | 81 - 90% | 1,00 | |
| Razoável | 91 - 100% | 1,00 | 1,00 |
| Rápido | 100 - 115% (apertado, porém acompanha) | 1,50 | |
| Muito Rápido | > 115% (apertado, não acompanha) | 2,00 | |
| Duração do Trabalho (FDT) | | | X |
| = < 1 hora p/dia | | 0,25 | |
| 1 - 2 horas p/dia | | 0,50 | |
| 2 - 4 horas p/dia | | 0,75 | |
| 4 - 8 horas p/dia | | 1,00 | 1,00 |
| > 8 horas p/dia | | 1,50 | |
| Índice (FITxFDExFFExFPMPxFRTxFDT) = | | | 3,00 |
| < 3,00 Baixo Risco | | | |
| 3,00 a 7,00 Duvidoso | | | |
| > 7,00 Risco | | | |
| Conclusão: duvidoso | | | |

Recomendações

Girar 90° a máquina de depanelização de modo que a lâmina fique de frente à trabalhadora o que permitirá que a placa seja posicionada com ambas as mãos e mais próxima da área de alcance, minimizando o movimento de flexão do braço esquerdo (Figura 70).

Figura 70. Girar 90° a máquina de depanelização.



4.3 APLICAÇÃO DAS MELHORIAS AOS POSTOS

Após a avaliação e identificação dos problemas ergonômicos e suas devidas recomendações, foi realizado na linha da IM, teste, validação e padronização das demais linhas, com acompanhamento ergonômico nos padrões da NR17, chegando ao resultado e com uma análise comparativa do antes e depois para a validação das demais linhas. A seguir será ilustrado algumas das alterações realizadas.

Na Figura 71, se pode observar os movimentos de alcance que permitam movimentos com flexão de ombro até 45° com altura e superfície de trabalho compatível com o tipo de atividade, segundo a NR. 17.3.2

Figura 71. Movimentos de alcance.



No posto de IM a falta de apoio adequado para os pés gerava desvio de postura e desconforto na acomodação do trabalhador ao seu posto, então foi implementado apoio para os pés solucionando esse problema (Figura 72).

Figura 72. Apoio para os pés.



No posto da depanelização foi alterado o layout da área de trabalho favorecendo os movimentos do trabalhador e gerando espaço oportuno para acomodação de membros inferiores melhorando a postura e movimentação dos demais segmentos do corpo (Figura 73).

Figura 73. Novo layout da área de trabalho.



4.4 RESULTADOS DA PRODUTIVIDADE APÓS IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS ERGONÔMICAS

A apresentação e interpretação dos dados produzidos por este estudo demonstraram o efeito positivo da aplicação das intervenções ergonômica no processo produtivo da empresa. Essa evidência é constatada pela redução significativa de absenteísmo dos trabalhadores da empresa, no período de dois anos – 2021 a 2022 (Figuras 74 e 75).

Figura 74. Meta alvo e atual de Absenteísmo, ano 2021.

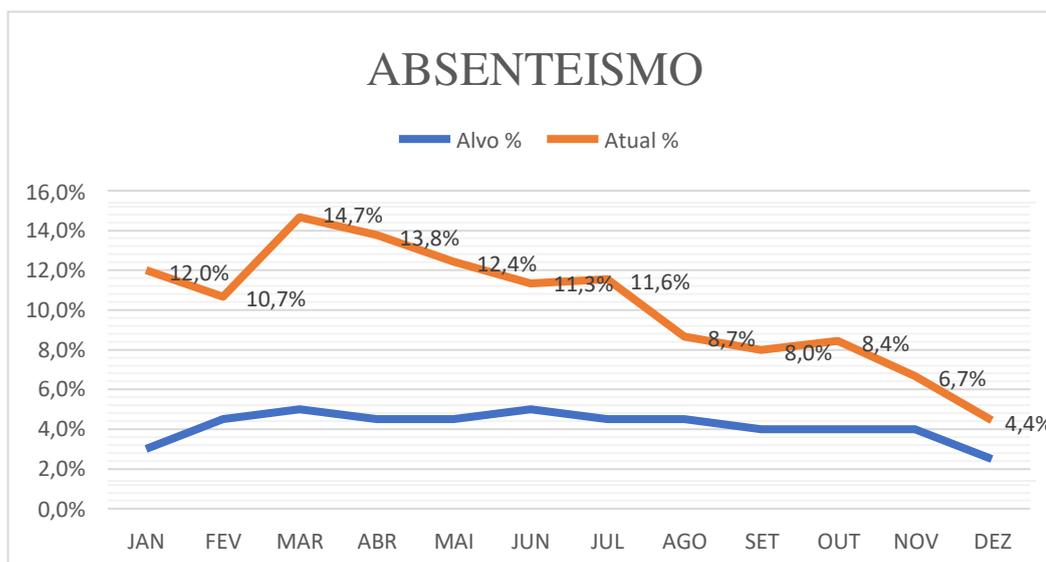
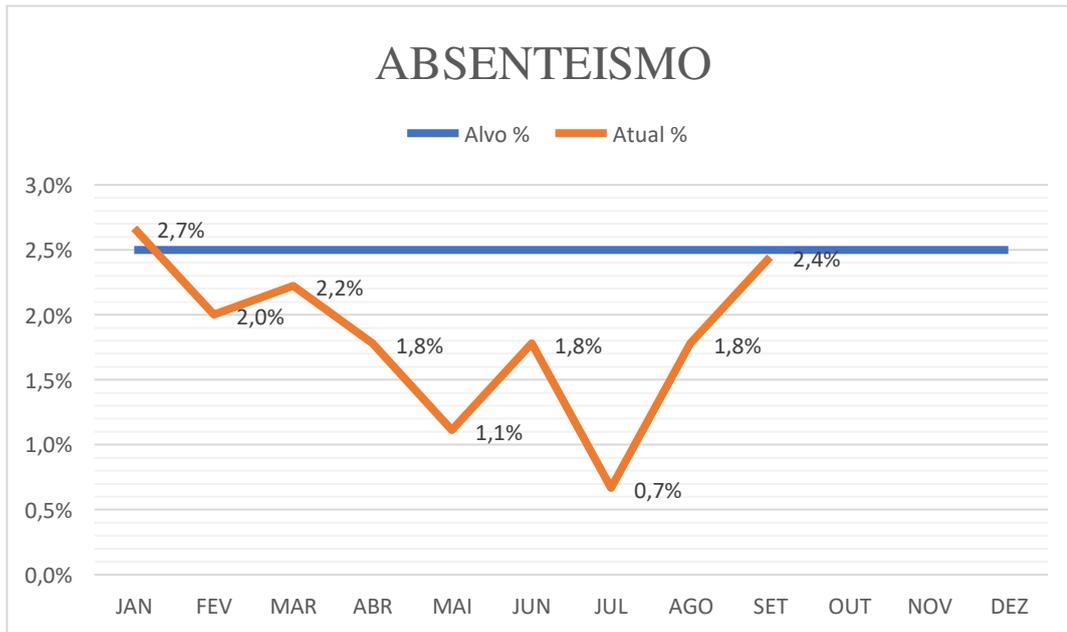
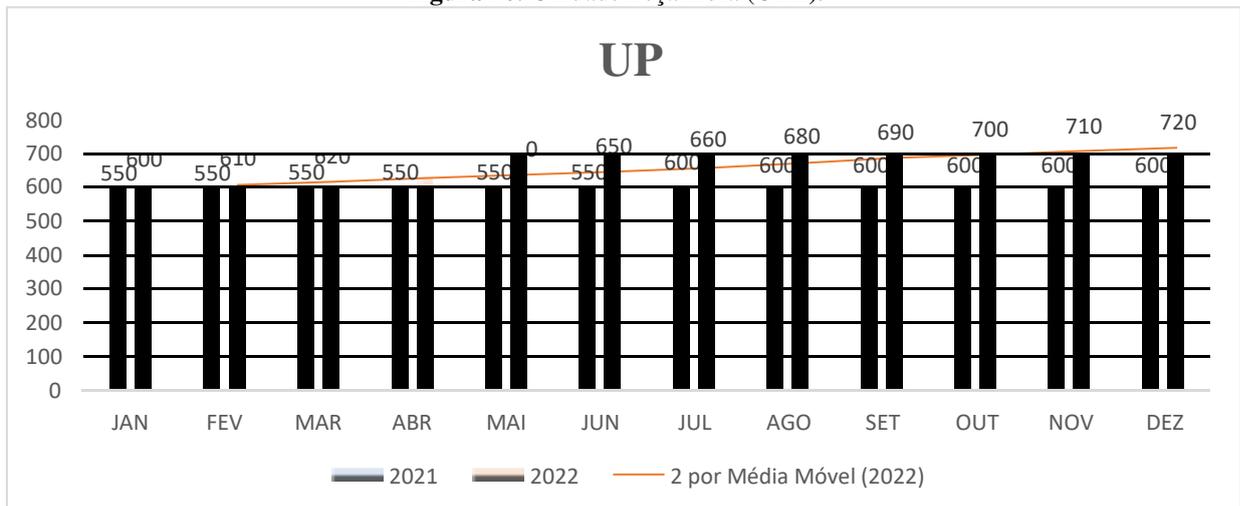


Figura 75. Meta alvo e atual de absenteísmo, ano 2022.



Outra melhoria observada após a implementação das recomendações nos postos de trabalho está relacionada ao aumento da produtividade por unidade de peça/hora (Figura 76).

Figura 76. Unidade Peça Hora (UPH).



Em relação a qualidade, observa-se que houve uma melhoria quando se compara os anos 2021 e 2022 (Figura 77 e 78).

Figura 77. Qualidade medida em partes por milhão (PPM), ano 2021.

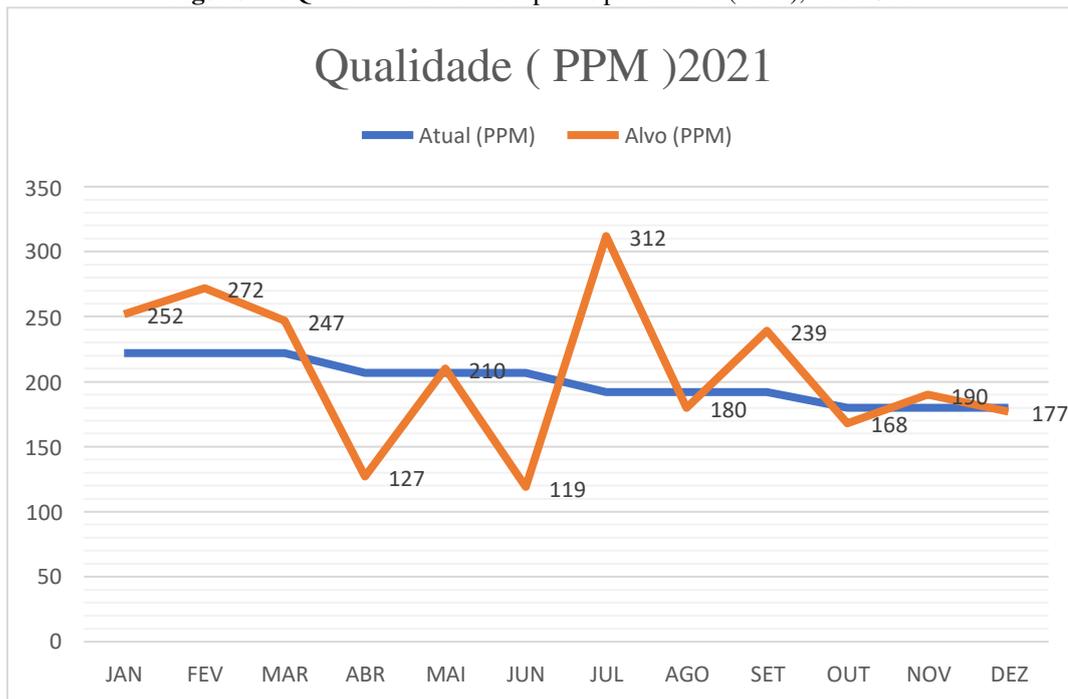
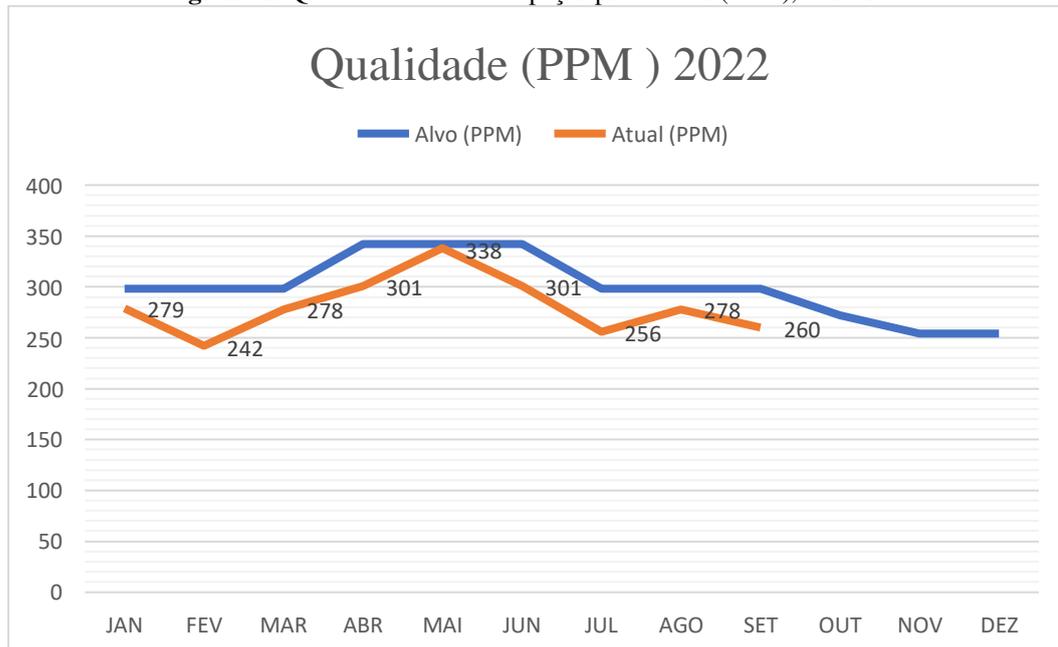


Figura 78. Qualidade medida em peças por milhão (PPM), ano 2022.



Fonte: dados do AUTOR (2022)

Após a análise ex-post, com dados de setembro de 2022 (Figuras 75,76 e 78) as metas propostas pela empresa de produtividade, qualidade, e absenteísmo foram alcançadas com 780,2 unidades peça/hora, 281,4 peças/milhão e 1,8%, respectivamente.

CAPÍTULO 5

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Este capítulo apresenta as conclusões finais em relação à pesquisa realizada e as principais sugestões para trabalhos futuros.

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação se propôs a apresentar uma análise ergonômica do trabalho (AET) realizada em uma empresa do segmento eletroeletrônico, neste contexto foram levantados dados relativos ao biotipo da empresa por meio de avaliação antropométrica e análise dos fatores de risco que interferem na produtividade com ênfase nos membros superiores. Através dessas informações foi recomendado e implementado melhoria nos postos de trabalho.

As análises antropométricas e ergonômicas se complementam para a melhoria nas diversas etapas do processo produtivo, seja durante a correção de um posto de trabalho, na mudança, adaptação ou mesmo na concepção destes, somando valores e agregando benefícios tanto para os usuários daquele posto como também para a empresa que adota essas medidas.

Em suma, as conclusões aqui apresentadas estão alinhadas com os cinco objetivos específicos propostos e os resultados podem ter aplicados com benefícios para melhoria ergonômica na linha de inserção manual da empresa.

5.2 CONCLUSÕES

A análise antropométrica mostrou que há diferença entre os biótipos masculino e feminino. Com o feminino mais concentrado em torno da média e o masculino apresentando uma maior distribuição em torno da média, com um outlier bem acima do comportamento normal da amostra.

A análise ergonômica do trabalho identificou a necessidade de adaptação, alteração e mudanças nos postos de trabalho da empresa, que começam nos equipamentos e permeiam até a postura dos funcionários que operam nas linhas de produção. A associação da antropometria com a AET foram as bases fundamentais para a inovação aplicada nos setores, postos, processo produtivo e rotina de trabalho.

Após a análise ex-post e implementação das recomendações ergonômicas aos postos de trabalho pela empresa, identificou-se a melhoria na qualidade e desempenho de suas funções, reduzindo o absenteísmo, elevando o grau de produtividade e satisfação dos operadores.

5.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Considerando o constructo da pesquisa e os resultados alcançados, é possível apresentar algumas sugestões para pesquisas em trabalhos futuros e para melhoria ergonômica nas empresas do ramo eletroeletrônico:

- Com o advento da tecnologia 4.0, poderemos usar toda essa inovação nos postos de trabalhos onde não se pode eliminar 100% os riscos ergonômicos. O mercado oferece hoje robôs colaborativos que auxiliam nas diversas operações e serviços independentes do posto de trabalho.
- Também poderemos usar máquinas de inserção automáticas para componentes complexos para melhorar o processo, eliminando estresse por esforços manuais, melhorando a capacidade de produção, a qualidade do produto e o processo como um todo.
- Para que não caiam em esquecimento as ações e treinamento de postura e ajuste dos novos postos de trabalhos, poderá ser criado um sistema de gestão integrada, onde desde a contratação do novo colaborador pode ser aplicado o treinamento na sua integração e aos demais já permanentes ser criado um monitoramento dentro de seus KPI's treinamentos e palestras de DDS uma vez a cada mês comentar sobre a importância da ergonomia e saúde e segurança do trabalho para o bem-estar dos colaboradores.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J. et al. Introdução à ergonomia: da prática à teoria. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2009.
- ALCÂNTARA, M. A., NUNES, G. S., FERREIRA, B. C. M. S. Distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho: o perfil dos trabalhadores em benefício previdenciário em Diamantina. *Ciência & Saúde Coletiva*, n.16 v.8 pp.3427-3436, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/GCskfVyT6jgcQhxcbpTD7qN/?format=pdf&lang=pt>> Acessado em: 29/06/2022.
- ASENSIO-CUESTA, S., CECA, M. J. B., MÁS, J. A. D. Evaluación Ergonómica de Puestos de Trabajo. 1. ed. Ediciones Paraninfo, S.A, 2012.
- AVILA, G. J., BRAUN, A. Intervenção Ergonômica e Melhoria da Produtividade: é possível? *Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção*, v.16, n.4, pp.1191-1213, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.14488/1676-1901.v16i4.2186>> Acessado em: 28/06/2022.
- BENTLEY, Tim et al. Estado da ciência: o futuro do trabalho - contribuições da ergonomia e dos fatores humanos no campo. *Ergonomia*, p. 1-13, 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde. Doenças relacionadas ao trabalho: manual de procedimentos para os serviços de saúde. Brasília, 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. LER e DORT são as doenças que mais acometem os trabalhadores, aponta estudo. Brasília, 2019.
- BRASIL. Ministério do trabalho e providências. Gabinete do Ministro. Portaria nº 423, de 7 de outubro de 2021. Brasília, 1999.
- BRUNORO, Claudio M. et al. Definindo o significado de “trabalho sustentável” a partir da ergonomia centrada na atividade e da psicodinâmica do Trabalho. *Ergonomia Aplicada*, v. 89, p. 103209, 2020.
- BRYMAN, A. Quantity and quality in social research. Londres: Unwin Hyman, 1988. 198p.
- CONCEPCIÓN-BATIZ, E., et al. Assessment of postures and manual handling of loads at Southern Brazilian Foundries. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, n.78, pp. 21-29, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.17533/udea.redin.n78a03>> Acessado em: 27/06/2022.

COSTA, J.C.M., KLEIN, A.A. Utilização das Ferramentas Moore Garg e Rula Pré Pós Melhorias no Setor Operacional de Uma Indústria de Bebidas. 1 Congresso Internacional de Ergonomia Aplicada - Recife/PE, 2016. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/conaerg2016/6043.pdf>> Acessado em: 26/06/2022.

FANTOZZI, Fabio; ROCCA, Michele. Uma coleção extensa de indicadores de avaliação para avaliar a saúde e o conforto dos ocupantes em ambientes internos. *Atmosphere*, v. 11, n. 1, pág. 90, 2020.

FERREIRA, L. L. Sobre a Análise Ergonômica do Trabalho ou AET. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 40 n. 131, pp. 8-11, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbso/a/Kt5zkrV3f3tbDXL4RcJFqJj/?format=pdf&lang=pt>> Acessado em: 26/06/2022.

FREITAS M. P., MINETTE L.J. A importância da ergonomia dentro do ambiente de produção. IX Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção, Minas Gerais, 20-22 Novembro, 2014. Disponível em: <<https://www.saepr.ufrv.br/wp-content/uploads/2014.5.pdf>> Acessado em: 27/06/2022.

GHISLENI, A. P., MERLO, A. R.C. Trabalhador contemporâneo e patologias por hipersolicitação. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v.18 n.2, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-79722005000200004>> Acessado em: 30/06/2022.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. Sexta edição. São Paulo, Editora Atlas, 2008.
GRANDJEAN, E. Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

GUÉLAUD, F. et al. Pour une analyse des conditions du travail ouvrier dans L'entreprise. 4th ed. Paris: Librairie Armand Colin, 1975. Recherche du Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail C.N.R.S.

HART, S. G.; STAVELAND, L. E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In: HANCOCK, P. A.; MESHKATI, N. (Eds.). *Human mental workload*. Amsterdam: NorthHolland, 1988. p. 139-183. [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9)

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

IIDA I., GUIMARÃES L.B.M., Ergonomia: projeto e produção. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2016.

LUZ, F. R. et al. Riscos ocupacionais de uma indústria calçadista sob a ótica dos trabalhadores. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 66, n.1, pp. 67-73, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-71672013000100010> > Acessado em: 27/06/2022.

MCATAMNEY, L., CORLETT, E. N. RULA: a survey method for the investigation of world-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, Nottingham, v.24, n. 2, p. 91-99, 1993. Disponível em <http://www.eng.auburn.edu/ise/courses/insy3020/RULA.pdf> Acesso em 03 julho 2022.

McATAMNEY, LYNN; CORLETT, E. NIGEL. RULA: a survey method for the investigation of world-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, Nottingham, v.24, n.2, p.91-99, 1993. Disponível em <<http://www.eng.auburn.edu/ise/courses/insy3020/RULA.pdf>> Acesso em 12.junho.2022.

MELO, V. F. et al. Incidência de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT), em trabalhadores do setor administrativo do instituto nacional de metrologia, qualidade e tecnologia. *Revista Saúde Física & Mental*. v.2 n.1, 2013.

MONDELO, P. R.; GREGORI, E.; BLASCO, J.; BARRAU, P. *Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo*. Barcelona: Univ. Politécnica de Catalunya, 2.ed., 267p., 1999.

MOURA, J. L. S., MOURA R. A. Interação humano-máquina no sistema produtivo da indústria 4.0 visando aumentar a produtividade e reduzir lesões por esforços repetitivos. *Congress of Industrial Management and Aeronautical Technology*, v. 1 n. 6. São José dos Campos – SP, 22-24 outubro, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.37619/issn2447-5378.v1i6.213.217-227> > Acessado em: 25/06/2022.

NASCIMENTO, A. A Importancia da Análise de Fatores Assossiadados aos Distúrbios Osteomusculares no Setor de Expedição em uma Industria Metalúrgica. Orientador: Sthefan Piccinin. 2019. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Engenharia de Produção – Anhanguera Educacional, Joinville, 2019. Disponível em: <https://repositorio.pgskroton.com/bitstream/123456789/27877/1/ANDREI_NASCIMENTO_ATIVIDADE4.pdf> Acessado em: 30/06/2022.

NETO, E. N., LACAZ, F. A. C., PIGNATI, W. A. Health surveillance and agribusiness: the impact of pesticides on health and the environment. *Danger ahead!*. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, v.19 n.12, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-812320141912.03172013>> Acessado em: 27/06/2022.

NEUMANN, W. Patrick et al. Indústria 4.0 e a estrutura de sistemas e metodologia de análise do fator humano A para um desenvolvimento bem-sucedido. *International Journal of Production Economics*, v. 233, p. 107992, 2021.

PINTO, A. G., TERESO, M. J. A., ABRAHÃO, R. F. Práticas ergonômicas em um grupo de indústrias da Região Metropolitana de Campinas: natureza, gestão e atores envolvidos. *Gestão e Produção*, v.25 n.2 pp.398-409, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0104-530X2226-16>> Acessado em: 30/06/2022.

R CORE TEAM (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

REID, G. B.; EGGEMEIER, F. T.; SHINGLEDECKER, C. A. Application of conjoint measurement to workload scale development. In: HUMAN FACTORS SOCIETY ANNUAL MEETING, 1981. Proceedings 1981. p. 522-526.

REID, G. B.; EGGEMEIER, F. T.; SHINGLEDECKER, C. A. Subjective workload assessment technique. In: AIAA WORKSHOP ON FLIGHT TESTING TO IDENTIFY PILOT WORKLOAD AND PILOT DYNAMICS, 1982. Proceedings... 1982. p. 281-288.

REIMAN, Arto et al. Fatores humanos e ergonomia na manufatura no contexto da indústria 4.0 - Uma revisão do escopo. *Technology in Society*, v. 65, p. 101572, 2021.

RODRÍGUEZ-RUÍZ, Y., PÉREZ-MERGAREJO, E. Ergonomía y Simulación Aplicadas a la Industria. *Ingeniería Industrial*, v.32, n.1, pp. 2-11, 2011. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433575002>> Acessado em: 27/06/2022.

SÁNCHEZ-ROSETO, C., et al. Evaluación de los factores de Riesgos MúsculoEsqueléticos en Área de Montaje de Calzado. *Revista Ciencia UNEMI*, v.10, n.22, pp. 69-80, 2017. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=582661263007>> Acessado em: 27/06/2022.

SILVA, J. C. P., PASCHOARELLI, L. C., orgs. A evolução histórica da ergonomia no mundo e seus pioneiros. Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, p. 103, 2010. Disponível em: <<https://static.scielo.org/scielobooks/b5b72/pdf/silva-9788579831201.pdf> > Acessado em: 25/06/2022.

SILVA, R. G., SOUSA, J. C. Adoecimento Musculoesquelético nos Profissionais da Área de Tecnologia da Informação. *Revista de Administração de Roraima*, v.8, n.2, pp. 284-301, 2018. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/330149367_ADOECIMENTO_MUSCULOES

QUELETICO_NOS_PROFISSEIONAIS_DA_AREA_DE_TECNOLOGIA_DA_INFORMAC
AO> Acessado em: 30/06/2022.

SILVA, R. G., SOUSA, J. C., Adoecimento Musculoesquelético nos Profissionais da Área de Tecnologia da Informação. Revista de Administração de Roraima-UFRR, v.8, n.2, pp. 284-30, 2018. Disponível em: <10.18227/2237-8057rarr.v8i2.4564>Acessado em: 27/06/2022.

SOFTWARE antroprojeto para estimativa antropométrica: Universidade Federal de Juiz de Fora; Departamento de Engenharia de Produção; 2023.

URQUHART, Grace Ellen. Princípios ocupacionais e ambientais em saúde na atenção primária. E-book de cuidados primários: uma prática colaborativa. p. 155, 2019.

WILSON J. R. Fundamentals of ergonomics in theory and practice. Applied Ergonomics, v. 31, n. 6, pp. 557-567, 2000. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(00\)00034-X](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(00)00034-X)> Acessado em: 26/06/2022.