

**Análise ergonômica do trabalho na atividade de operador de CNC em uma
empresa do segmento metal mecânico**

Índio Luiz Machado Soares

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

e-mail: indioluizmachadosoares@gmail.com

Roberto Serpa Soares

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

e-mail: robertosoares199@gmail.com

Fernando Gonçalves Amaral

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

e-mail: amaral@producao.ufrgs.br

Resumo

O presente estudo tem por objetivo apresentar a aplicação da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) às condições de trabalho dos operadores de máquinas CNC de uma empresa do segmento metal mecânico. A metodologia aplicada à coleta de dados consistiu em identificar e registrar as posturas no trabalho, por meio de registros fotográficos, entrevistas nos locais de trabalho, aplicação de questionários, juntamente com o protocolo de Borg para avaliação da percepção de dor pelos trabalhadores. Para análise dos resultados, foi aplicada a metodologia AET, utilizando o método REBA e escala de BORG. A análise dos resultados identificou fatores desfavoráveis no ponto de vista ergonômico, para os quais foram propostas medidas de correção postural e de adequação dos postos de trabalho, com o objetivo de proporcionar conforto, saúde e segurança aos trabalhadores.

Palavras-chave: Ergonomia, Análise Ergonômica do Trabalho, CNC, REBA, BORG

Abstract

This study aims to present the application of Ergonomic Work Analysis (AET) to the working conditions of CNC machine operators in a large company in the metalworking segment. The methodology applied to data collection consisted of identifying and recording postures at work, through photographic records, structured interviews in the workplace, application of questionnaires, along with the Borg protocol for assessing the perception of pain by workers. To analyze the results, the AET methodology was applied, using the REBA method and the BORG scale. The analysis of the results identified significant constraints, for which measures were proposed for postural correction and adequacy of workstations, with the aim of providing comfort, health and safety to workers.

Keywords: Ergonomics, Ergonomic Work Analysis, CNC, REBA, BORG

1. Introdução.

O presente artigo visa abordar uma temática que vêm crescendo e despertando interesse de diferentes pesquisadores brasileiros, a saber a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), buscando, a partir da abordagem proposta, evidenciar a importância e a contribuição desta a partir de um estudo de caso no segmento metal mecânico.

Em termos gerais, a Análise Ergonômica do Trabalho tem como objetivo aplicar os conhecimentos da ergonomia visando analisar, diagnosticar e corrigir determinada situação de trabalho (IIDA, 2005). Além disso, a AET consiste no estudo de itens de valor sobre o desempenho global dos sistemas homem e trabalho, qualidade e produtividade e saúde e segurança do trabalho (SANTOS; SANTOS, 2006). Vidal (2003), por sua vez, comenta que as análises ergonômicas são análises quantitativas e qualitativas que permitem a descrição e a interpretação do que acontece na realidade da atividade enfocada. Dito isso, melhorar o trabalho constitui o cerne da ação ergonômica, a qual busca contribuir significativamente para a concepção de ambientes laborais que preservem a saúde dos trabalhadores. Busca-se, portanto, criar condições em que eles possam aplicar suas competências, destacar suas habilidades e, ao mesmo tempo, atingir os objetivos econômicos estipulados pela empresa (GUERÍN, 2001).

As empresas no Brasil ainda carecem de uma aplicação contínua da AET nas atividades laborais de seus funcionários, mas é importante destacar que há estudos significativos sendo conduzidos na área. As aplicações da AET no âmbito científico abrangem diversas áreas, tais como o estudo da ocorrência de riscos de acidente na operação de centros de usinagem (PEREIRA *et al.*, 2017), ou ainda a pesquisa sobre a movimentação de cargas para estabelecer limites recomendados de peso em depósitos de tomates (RIBEIRO *et al.*, 2019). Já Oliveira (2018) aplicou a AET para determinar os fatores de constrangimento aos ordenhadores da atividade leiteira, o que resultou em recomendações de mudança no arranjo físico. Resultado semelhante foi proposto por Silva *et al.* (2012) ao examinarem um centro de distribuição de uma indústria têxtil de grande porte. Para tanto, os autores utilizaram o método de traçagem do alcance dos movimentos para orientar o planejamento das áreas de separação de pedidos, de indução manual e de consolidação de pedidos. Também há estudos interessantes com a aplicação da AET em atividades que não pressupõe a movimentação de cargas pesadas, tais como em restaurantes e em escritórios (PIMENTA *et al.*, 2020). Já a pesquisa de Jackson Filho (2015) apresenta uma análise do processo de transferência tecnológica da AET, traçando uma análise comparativa entre as características de seu emprego e de seu desenvolvimento na França e no Brasil. O autor concluiu que “embora as condições sociais para o emprego da AET sejam diferentes, a AET no Brasil tem contribuído com o campo da Saúde do Trabalhador, mas seu futuro depende de novos arranjos sociais para sustentar a prática baseada na etnografia” (JACKSON FILHO, 2015, p. 12).

Além dos estudos acima apresentados, os quais destacam a importância da aplicação da AET, conforme informações do Ministério da Previdência Social, no ano de 2020, foram registrados 455.848 acidentes e doenças do trabalho entre os trabalhadores assegurados da Previdência Social. Tais eventos apresentam um impacto significativo na sociedade, na economia e na saúde pública no Brasil (BRASIL, 2020).

Diante desse cenário, torna-se de suma importância que as empresas intensifiquem as medidas de segurança destinadas a proteger seus colaboradores, diminuindo, desta forma, seus custos adicionais provenientes de acidentes de trabalho, bem como os afastamentos devido a doenças ocupacionais e riscos ambientais. Assim, a análise ergonômica se destaca como uma ferramenta útil no sentido de estabelecer um ambiente propício à execução das funções do trabalhador, assegurando-lhe condições de saúde, segurança e excelência.

Diante disso, buscou-se, neste trabalho, apresentar um estudo de caso em uma indústria do ramo metal mecânico. A indústria a ser analisada possui um alto índice de registro de queixas de dores musculares e de doenças ocupacionais, conforme registros do setor de segurança do trabalho da empresa. No ano de 2021, foram emitidas 14 Comunicações de Acidente de Trabalho (CAT) relacionadas a doenças ocupacionais. Tal cenário instiga a condução de uma pesquisa com o intuito de avaliar a ergonomia no ambiente laboral em questão.

Dito isso, o presente trabalho tem como objetivo principal aplicar a AET nas atividades dos operadores de centros de usinagem em uma empresa do segmento metal mecânico, bem como propor sugestões de melhoria que mitiguem os fatores ergonômicos desfavoráveis durante a análise

ergonômica. Para alcançar esse objetivo será necessário, também, identificar, por meio de questionários e de observações, possíveis inadequações na atividade laboral. Cabe destacar que a aplicação do método de avaliação postural Rapid Entire Body Assessment (REBA) e a escala de percepção de dor (BORG) também foram utilizados na análise proposta.

2. Procedimentos Metodológicos.

A análise ergonômica do trabalho será baseada no levantamento das atividades, dos modos operatórios, da organização do trabalho, do esforço físico, da postura e dos processos em uma empresa do ramo metal mecânico, situada no sul do país. Os sujeitos da pesquisa foram os operadores de Computer Numeric Control (CNC) de um setor de usinagem de peças de alumínio.

Foram utilizados protocolos variados com o objetivo de avaliar a exposição dos trabalhadores a cada atividade de trabalho, além de análise do ambiente físico. Para este documento, foram utilizados os protocolos REBA e Escala de BORG. Na figura 1 estão representadas as etapas que foram seguidas para o desenvolvimento do trabalho, as quais serão detalhadas na sequência.

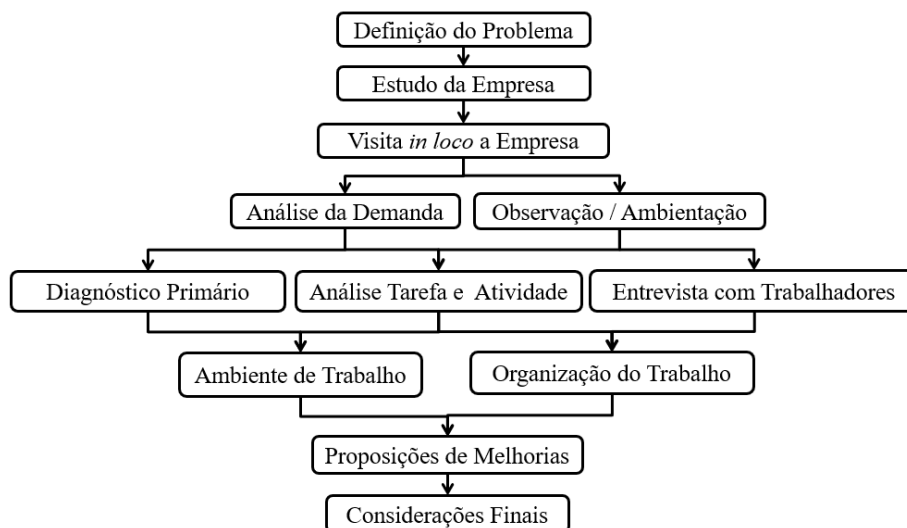


Figura 1 – Sequência Metodológica do Trabalho. Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Cabe destacar que, no contexto desse trabalho, demanda é a descrição de um problema ou de uma situação problemática que justifique a necessidade de uma ação ergonômica. Ela pode ter diversas origens, tanto por parte da empresa, como por parte dos trabalhadores e de suas organizações sindicais. A análise da demanda procura entender a natureza e a dimensão dos problemas apresentados (IIDA, 2005). A realização deste trabalho foi motivada diante da preocupação com a saúde dos trabalhadores que desempenham a função de operadores de máquinas CNC no processo de usinagem. Este grupo tem experimentado um aumento significativo no número de queixas e acidentes de trabalho, tornando essencial a investigação mais aprofundada.

2.1. Observação e ambientação.

Após observação da rotina laboral, procedeu-se à coleta de dados com a finalidade de identificar e documentar as práticas que conduziram a posturas inadequadas no ambiente de trabalho. Estas práticas foram registradas por meio de fotografias e filmagens, visando uma documentação detalhada e precisa. Com o auxílio destes materiais, foram observados os tempos de permanência de diferentes combinações das posições do tronco, dos braços, das pernas e do esforço físico. Ao conjunto de dados obtidos, foram

aplicados o método de avaliação postural REBA e protocolo BORG, após a descrição do setor em um relatório. A partir dos resultados do questionário e da aplicação do método ergonômico de avaliação postural, foram determinadas medidas de correção postural e de adequação do posto de trabalho ao operador, que, quando adotadas, contribuem para o conforto dos operadores, evitando o desenvolvimento de doenças ocupacionais, aumentando, conseqüentemente, a produtividade. Cabe salientar que os trabalhadores foram peças fundamentais na descrição da execução da tarefa.

Com relação a descrição da rotina de trabalho, esta ocorre de segunda-feira a sexta-feira, sendo dividida em dois turnos. O primeiro turno tem início às 06h e se estende até 11h 30min., com uma pausa de uma hora para o almoço, seguida do retorno às 12h 30min., encerrando às 14h 20min. O segundo turno tem início às 14h 20min. e vai até às 19h, com uma pausa de uma hora para refeição, retomando às 20h e encerrando às 22h 40min. Durante o expediente, os operadores desfrutam de duas pausas diárias de 10 minutos para café e descanso.

A produção é programada semanalmente, o que propicia aos operadores a previsibilidade de suas tarefas com um dia de antecedência. Além disso, os trabalhadores têm autonomia necessária para atender às suas necessidades fisiológicas durante o expediente. A empresa também disponibiliza refeições em um espaço apropriado. O trabalho é desenvolvido em um ambiente aberto, com piso de concreto polido na área externa, cobertura parcial em zinco, e um pé direito de 5 metros. O controle de temperatura do ambiente é realizado por meio de climatização natural, enquanto a iluminação é proporcionada por fontes artificiais e luz natural, garantindo uma luminosidade adequada.

A análise foi realizada após observação de todo trabalho, caracterizando o ambiente no qual o trabalhador atua com os principais elementos de cada posto, sendo realizada uma distribuição temporal das tarefas durante o ciclo da atividade que envolve o trabalhador.

2.2. Protocolo REBA.

Neste estudo foi utilizado o protocolo de avaliação postural REBA, desenvolvido por Hignett and McAtamney (2000), sendo observados todos os ciclos das ações técnicas referente a tarefa com apoio do vídeo realizado. Ao analisar as posturas descritas, é gerado um *score* de avaliação postural o qual evidencia qual parte do corpo poderá sofrer danos no futuro. A partir deste ponto, o protocolo classifica as posturas executadas de acordo com as categorias de ações a serem tomadas. O método se baseia na amostragem das atividades em intervalos constantes ou variáveis, verificando-se a frequência e o tempo gasto em cada postura. Nas amostragens são consideradas as posturas das costas, dos braços, das pernas, além do uso de força e a fase da atividade.

2.3. Escala de BORG.

Após o resultado das entrevistas realizadas com os funcionários, foi aplicado o protocolo de BORG, o qual tem por objetivo identificar a intensidade de dor e desconforto. A escala de BORG é exclusivamente empregada para avaliação da dor. Ela consiste em uma série de categorias pareadas entre si, sendo a cada uma atribuída um valor específico. O trabalhador é instruído a vincular seu julgamento a uma categoria verbal que abrange: 'absolutamente nada', 'extremamente fraco', 'muito fraco', 'fraco', 'moderado', 'forte' e 'muito forte', para depois selecionar o número correspondente (BORG, 2000). Dessa forma, foram identificados os locais de ocorrência de dor e as respectivas intensidades associadas à atividade.

3. Resultados.

Os resultados obtidos com a intervenção foram significativos. O desdobramento destes resultados denota que a organização investigada, assim como diversas outras no Brasil, necessita de intervenções dessa natureza. A seguir serão apresentados os dados obtidos durante a investigação na empresa.

3.1. Organização da Produção.

O posto de trabalho analisado realiza o processo de usinagem das peças, no qual a operação confere à peça bruta sua forma e dimensões desejadas mediante a remoção de material na forma de cavacos. Esse procedimento é conduzido por máquinas CNC, responsáveis pelas operações de furação e fresagem. A produção é organizada conforme um programa de produção de peças que é enviada pelo setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP). Este planejamento é realizado conforme a capacidade produtiva instalada no setor. As metas de produtividade referem-se aos quantitativos das peças usinadas de acordo com o planejamento estabelecido. O arranjo físico adotado na área de trabalho é caracterizado por máquinas agrupadas em linha, sendo esta disposição determinada pela natureza do produto a ser manufaturado.

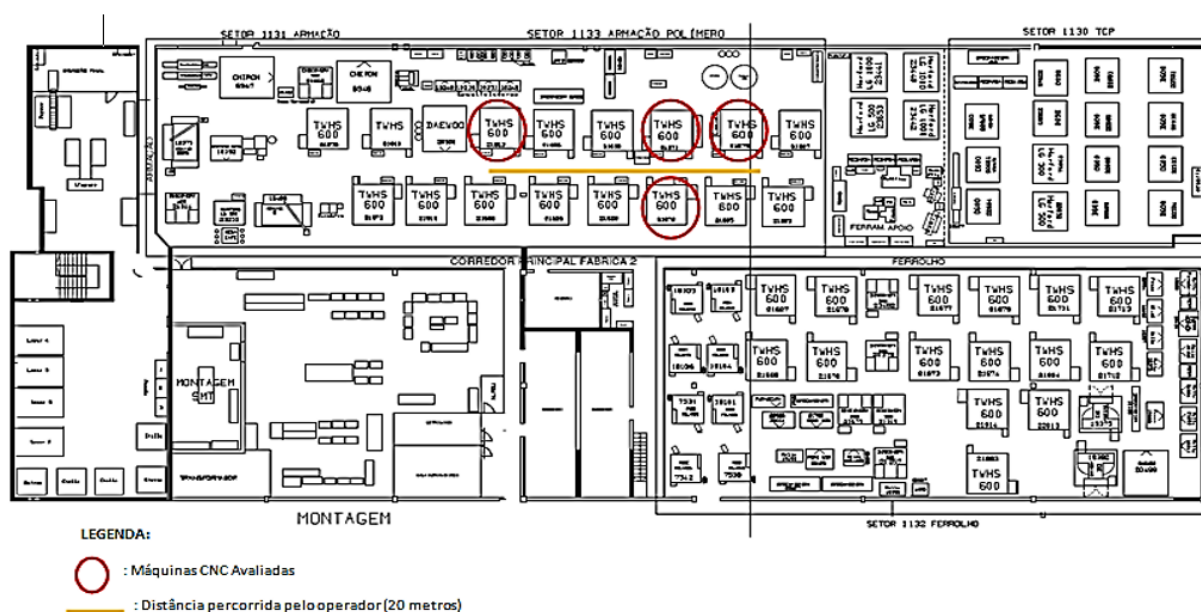


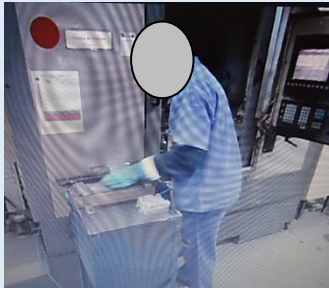
Figura 2 – Arranjo Físico. Fonte: elaborado pelos autores (2023).

No processo analisado, verificou-se que há um grande número de máquinas que realizam operações específicas sem grande flexibilidade. Devido a esta característica, quando ocorre mudança de mix de produtos, há necessidade de mudança do arranjo físico para deixar as máquinas próximas umas das outras. A disposição atual das máquinas determina que o operador tenha que percorrer grandes distâncias para realizar as tarefas prescritas.

3.2. Análise da Tarefa e da Atividade.

Inicialmente, conduziu-se uma análise macro para a identificação da atividade que poderia impactar negativamente os operadores de CNC. A observação cuidadosa permitiu destacar a sequência de ações técnicas que apresentam riscos ou resultam em posturas desfavoráveis para os operadores. Segue abaixo a tarefa prescrita (Quadro 1) e atividade real com a sequência de ações técnicas.

Quadro 1 – Modo Operatório - Atividade Real.

 Atividade 1: Apertar o botão para liberar intertravamento da porta da CNC.	 Atividade 2: Abrir manualmente a porta da CNC.	 Atividade 3: Apertar o botão abrir dispositivo.
 Atividade 4: Retirar e/ou colocar as peças usinadas.	 Atividade 5: Utilizar a pistola de ar comprimido para limpar o dispositivo.	 Atividade 6: Apertar botão fechar dispositivo.
 Atividade 7: Bater com macete de borracha para ajustar a peça no dispositivo.	 Atividade 8: Fechar manualmente a porta da CNC.	 Atividade 9: Apertar botão início do ciclo de usinagem da CNC.
 Atividade 10: Realizar o lixamento da base da peça para facilitar o encaixe da peça (a ser usinada) no dispositivo.	Nota 1: A o final da atividade 10, inicia-se novamente o ciclo da atividade de operação da máquina CNC.	 Nota 2: A cada 8 peças usinadas são verificadas 2 peças (dimensional).

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

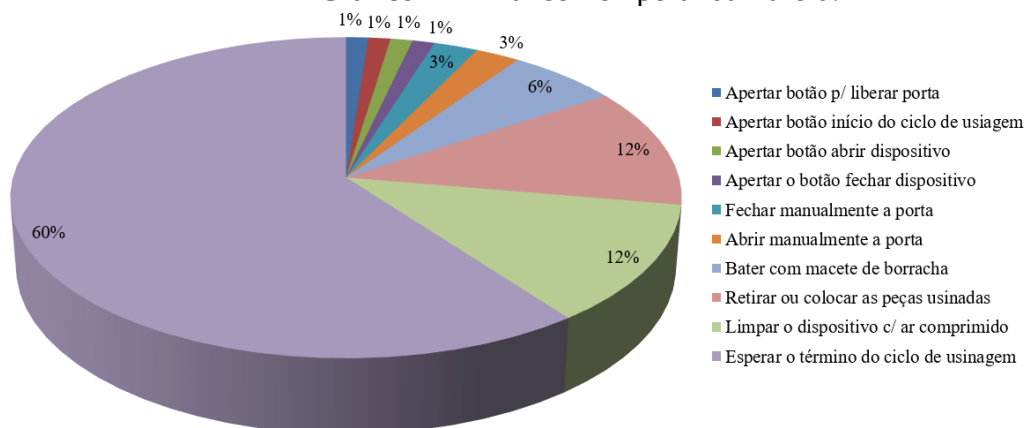
Verifica-se que há um descompasso entre o que é exigido (que consta na instrução de trabalho) e o que é realmente executado, pois o trabalhador executa atividades que não fazem parte da tarefa prescrita como, tais como executar lixamento manual da base das peças a serem usinadas para que estas

possam ter um melhor encaixe no dispositivo e verificar e corrigir o ajuste das peças encaixadas no dispositivo dando marteladas sobre estas.

3.3. Análise temporal da tarefa.

O tempo para execução da atividade de operador de máquina CNC está vinculado ao ciclo de operação da máquina, abrangendo etapas como a preparação da peça, o ajuste do dispositivo e o acionamento do equipamento. O tempo de ciclo das máquinas CNC pesquisadas varia de 24 a 38 minutos, dependendo do modelo que está na programação, com a conclusão de 02 peças por ciclo por máquina. O tempo de abastecimento para início de ciclo é, em média, de 02 minutos, enquanto o tempo de medição utilizando calibres e relógios por peça é de dez minutos.

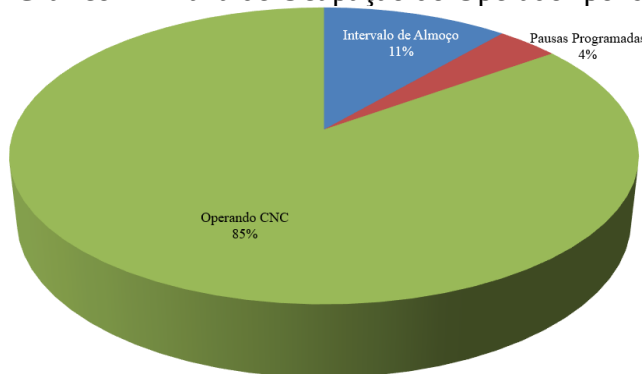
Gráfico 1 – Análise Temporal da Tarefa.



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Observa-se que há uma porcentagem significativa de tempo que não agrega valor ao produto e que gera atividades que comprometem a saúde ocupacional do trabalhador. Neste sentido, a identificação, análise e implementação de medidas relativas às causas desses eventos podem não apenas aprimorar o desempenho operacional, mas, acima de tudo, promover um ambiente propício à saúde dos trabalhadores.

Gráfico 2 – Taxa de Ocupação do Operador por Jornada.



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

A cadência possui um caráter quantitativo, relacionando-se com a velocidade dos movimentos que se repetem em uma determinada unidade de tempo. O ritmo tem um aspecto qualitativo e relaciona-se com a maneira como as cadências são ajustadas ou arranjadas, podendo ser livre (quando o indivíduo tem autonomia para determinar sua própria cadência) ou imposto (por uma máquina) (TEIGER, 1985).

A cadência e o ritmo são determinados pela máquina, observando-se que, devido ao ciclo da máquina, existe espaço para a realização de pausas durante a jornada de trabalho.

3.4. Análise da população.

Quando se busca adaptar o trabalho às capacidades humanas, é logicamente impossível promover essa adaptação sem conhecer a população à qual se destina (MANUAL DE APLICAÇÃO DA NR-17, 2002). O número total da população dos trabalhadores é de vinte e um (21) operadores de máquinas CNC, todos com o ensino médio completo.

Como requisitos básicos para desempenhar o cargo, o trabalhador deverá realizar os seguintes cursos: Leitura e Interpretação de Desenho Técnico Mecânico, Metrologia Básica, Noções de Usinagem e CNC Básico (Preparação, Operação e Programação). A jornada laboral compreende dois turnos de segunda a sexta-feira, incluindo sábados e domingos, de acordo com a escala de serviço detalhada no Quadro 03. Os operadores têm pausas diárias de 10 minutos para café, além de outras pausas de 10 minutos designadas para a prática de ginástica laboral.

3.5. Questionário Inicial Ergonômico e Protocolo de Borg.

Analisando o questionário aplicado aos funcionários, foram identificadas oportunidades de melhorias e/ou sugestões corretivas indicadas pelos trabalhadores. Os dados obtidos com o questionário foram estratificados com o objetivo de analisar estas oportunidades de melhoria, sendo estes divididos em categorias e/ou características importantes com o objetivo de direcionar ações corretivas, conforme Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Estratificação dos Questionários.

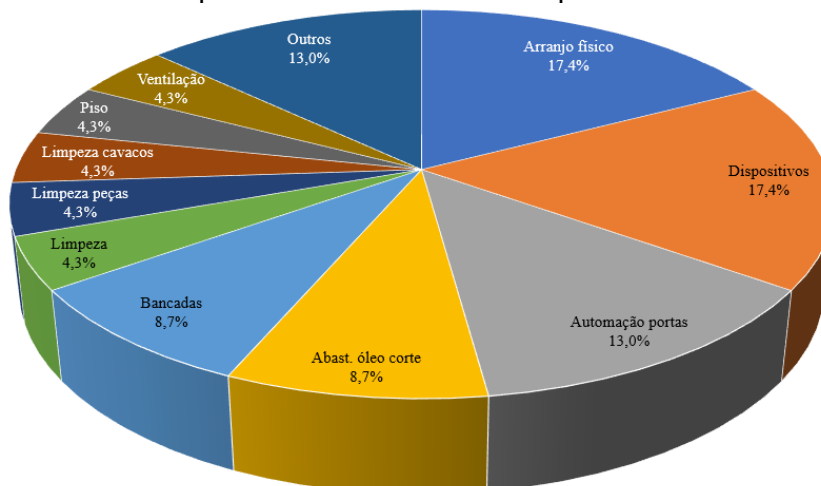
Nº	Tipos de Melhoria	Descrição da Melhoria	Qtde	Total
1	Melhorar arranjo físico	Caminhar menos ao pegar as peças	2	8
		Aproximar as máquinas	4	
		Caminhar para pegar cones	1	
		Calibres mais próximos das máquinas	1	
2	Melhorar dispositivos	Dispositivos não abrem completamente quando acionados	1	8
		Melhorar ajustes de dispositivos	1	
		Melhorar dispositivos de ajuste	1	
		Utilizar menos os macetes	1	
		Não bater com o martelo	2	
3	Automatizar porta das máquinas	Eliminar macetes	1	6
		Regular porta das máquinas	1	
		Instalar portas automáticas	4	
4	Abastecimento de óleo de corte	Porta difícil de abrir	1	4
		Instalação de tubulações para abastecimento de óleo solúvel	4	
5	Bancadas	Nivelar base das bancadas e ajustar alturas	1	4
		Bancadas baixas	2	
		Bancadas de medição mais próximas	1	
6	Limpeza das peças	Limpeza das peças	2	2
		Esforço excessivo ao limpar peças	2	
7	Limpeza dos cavacos	Melhorar lubrificação de corte para maior limpeza e encaixe de peças	2	2
		Escurregadio	1	
8	Piso	Mal pintado	1	2
		Instalar mais ventiladores	1	
9	Ventilação	Instalar climatização	1	2
		Realizar limpeza das lâmpadas	1	
10	Limpeza	Melhorar a limpeza	1	1
		Manutenção das máquinas	1	
11	Tonéis de cavaco	Melhorar manutenção de máquinas	1	1
		Instalar rodízios para facilitar movimentação	1	1

12	Trabalho em pé	Tempo prolongado em pé	1	1
13	Telhado	Calha com vazamentos em dias de chuva	1	1
14	Pistolas de ar comprimido	Não prestam	1	1
15	Operadores	Falta de operadores	1	1

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

A organização dos dados em uma determinada ordem simplificada de melhorias indicadas, conforme gráfico 3, auxilia na amplitude e permite uma representação gráfica que seja expressiva das ações sugeridas. As demais sugestões também deverão ser objeto de análise e tomada de ações corretivas.

Gráfico 3 – Tipos de Melhorias Indicadas pelos Trabalhadores.

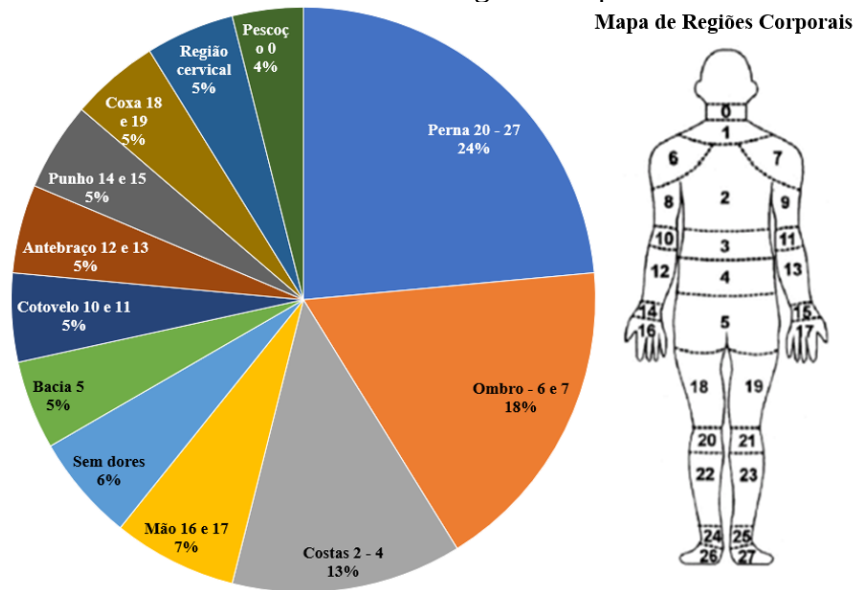


Fonte: elaborado pelos autores (2023).

O protocolo de BORG foi aplicado para mensurar a dimensão da percepção da dor pelos operadores de máquinas CNC. Neste sentido, foram incorporados ao estudo 21 trabalhadores, sendo 19 do sexo masculino e 02 do sexo feminino, com idades variando entre 20 e 54 anos. Todos os participantes responderam a um questionário, indicando sua percepção de dor conforme a escala de BORG.

A escala de BORG constitui-se de uma escala de razão e categorias pareadas entre si, de modo que cada categoria corresponde a um valor em uma escala numérica contínua. Para preenchimento, o trabalhador deve lembrar da pior dor já experimentada, a qual deve atribuir o valor máximo da escala (10) e a categoria “extremamente forte”. Essa classificação funcionará como uma âncora a partir da qual a experiência de dor deverá ser comparada. O trabalhador deve, então, associar o julgamento a uma categoria verbal (absolutamente nada, extremamente fraco, muito fraco, fraco, moderado, forte e muito forte) e, em seguida escolher, o número correspondente.

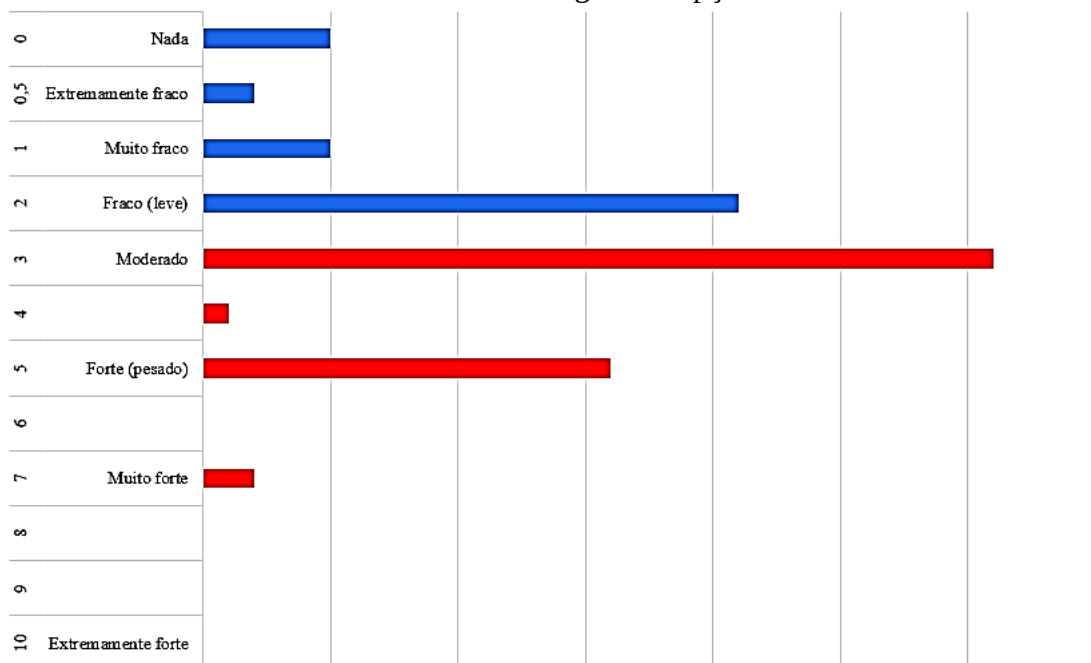
Gráfico 4 – Dores / Regiões Corporais.



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

O gráfico 5, abaixo ilustrado, indica os locais com maior percepção de dores por regiões corpóreas, conforme informado pelos trabalhadores. As maiores incidências estão nas pernas (24 %), no ombro (18 %), nas costas (13 %) e nas mãos (7 %).

Gráfico 5 – Escala de Borg – Percepção de Dor.



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

O gráfico de percepção da intensidade das dores, conforme a escala de Borg, indica que somente 25% dos trabalhadores pesquisados não sentem dores musculares relacionadas a execução de seu trabalho. Muitos trabalhadores reportam dores em mais de um segmento corpóreo, com intensidades diferentes. Portanto, o gráfico demonstra que 78 regiões foram pontuadas, representando 75% dos

trabalhadores, com intensidades de extremamente fraco a muito forte. Do quadro total de 21 trabalhadores, 96% responderam à pesquisa.

3.6. Método REBA.

Por meio de uma observação sistemática dos ciclos de trabalho, foram aplicados independentemente para cada uma das 10 ações técnicas o protocolo REBA para avaliação de risco postural. Essa avaliação visa estimar o risco de desordens corporais aos quais os operadores estão expostos, considerando pontuações posturais para braços, antebraços, punhos, pescoço e pernas. O foco é analisar a frequência de posturas forçadas durante as ações técnicas associadas à manipulação do equipamento no cargo.

A ação que apresentou o maior *score* final entre 2 e 3 pontos, por motivos de elevação dos braços acima do nível dos ombros, foi a “Atividade 8: Fechar manualmente a porta da CNC”, representada anteriormente no Quadro 1. Assim, indicando um nível baixo de risco postural, induzindo, se possível, uma ação necessária com objetivos de continuar o aprimoramento reduzindo posturas desfavoráveis ao longo da tarefa.

3.7. Cronograma de Ações.

Com base nas informações obtidas por meio de observações do trabalho, feedback dos trabalhadores e ferramentas de análise, apresenta-se, a seguir, as ações prioritárias e os prazos estabelecidos para implementar as adequações ergonômicas. Essas ações visam mitigar o potencial de gravidade de lesões ou doenças ocupacionais decorrentes da exposição às não conformidades identificadas, conforme detalhado no Tabela 2.

Tabela 2 – Tabela de ações prioritárias.

Nº	Não Conformidade	Fatores Desfavoráveis	Custos Humanos	Recomendações Ergonômicas	% Queixas	% Melhorias	Prazo de Execução
1	Dificuldade de encaixe das peças no dispositivo e utilização de macete de borracha para efetuar os ajustes das peças	Flexão do tronco e extensão de membros superiores para realizar as marteladas	Dores localizadas, principalmente nas costas, cotovelos e ombros	Instalação de dispositivo flutuante e/ou autoajuste (ao fechar o dispositivo uma guia colocará a peça na posição correta, sem haver necessidade de intervenção do operador)	21% Ombros 12% Costas 6% Punho	19% Melhor encaixe das peças no dispositivo	03 Meses
2	Dispositivo de prender peças não está integrado ao sistema de segurança dos CNC's	Dificuldade na operação dos equipamentos e na execução do trabalho	Risco de acidente grave no trabalho	Instalar válvula de segurança para monitorar a abertura e fechamento do dispositivo da máquina integrado ao sistema de segurança do CNC	21% Ombros 12% Costas 6% Punho	Avaliação no posto de trabalho	03 Meses
3	Frequência e esforço para abrir e fechar portas	Flexão e extensão de membros superiores e costas	Dores localizadas, principalmente nos ombros, braços e punhos	Instalação de barras deslizantes nas portas e execução da automatização com batentes de segurança nestas integradas aos sistemas de segurança	21% Ombros 12% Costas 6% Punho	14% Automação das portas	03 Meses
4	Distância de alcance das mãos para abastecer as máquinas com peças a serem usinadas	Flexão do tronco e extensão de membros superiores para encaixar as peças no dispositivo	Dores localizadas, principalmente nos ombros, braços e punhos	Instalar e/ou manter os dispositivos na mesa de fixação dos CNC's a uma distância não superior a 70 cm, evitando assim a extensão dos membros superiores em demasia e flexão do corpo	21% Ombros 12% Costas 6% Punho	Avaliação no posto de trabalho	03 Meses
5	Arranjo físico inadequado (máquinas distantes umas das outras em aproximadamente 20 m)	Percorrer grandes distâncias para efetuar a operação de 04 máquinas	Dores nas pernas	Adequação do arranjo físico das máquinas posicionando-as numa disposição de célula (próximas umas das outras)	19% pernas	9% (sugestão do questionário)	06 Meses
6	Não há alternância da postura de pé e sentado	Operadores ficam na posição em pé durante toda a jornada laboral	Dores nas pernas	Alternar postura de pé e sentado (incluir cadeiras ergonômicas), reposicionar estações de medição por células para neste momento utilizar cadeira ergonômica	19% pernas	9% (sugestão do questionário)	06 Meses
7	Altura inadequada das bancas de trabalho nos CNC's	Flexão do tronco	Dores localizadas, principalmente nas costas	Reposicionar altura das bancas	12% Costas	7% (sugestão do questionário)	06 Meses
8	Iluminação inadequada no interior do equipamento	Exigência visual	Fadiga visual	Instalar e/ou ajustar iluminação adequada no interior dos CNC's, conforme NBR ISO 89951 – iluminação de interiores	-	Avaliação no posto de trabalho	06 Meses
9	Posturas inadequadas assumidas durante a operação	Torção e flexão de tronco e costas	Dores localizadas, principalmente no tronco e costas	Orientação ergonômica aos trabalhadores para evitar posturas	-	Avaliação no posto de trabalho	09 Meses

				viciosas desnecessárias			
10	Limagem de peças c/ excesso de rebarba	Esforço de membros superiores	Dores localizadas, principalmente nos ombros, punhos e braços	Transferir operação manual de limagem para CNC (automatizar o processo)	-	Avaliação no posto de trabalho	09 Meses
11	Número limitado de ferramentas de reserva nas operações de corte e furação	Dificuldade na operação dos equipamentos (troca de ferramentas)	Estresse (ansiedade)	Verificar possibilidade de dispor um nº maior de ferramentas de reserva	-	Avaliação no posto de trabalho	09 Meses
12	Piso escorregadio (óleo no chão)	Óleo pelo chão	Risco potencial de acidentes no posto de trabalho por escorregamento	Intensificar manutenção corretiva nos sistemas hidráulicos das máquinas	-	Avaliação no posto de trabalho	09 Meses
13	Dificuldade de movimentação dos recipientes de disposição dos cavacos de aço e alumínio (tônel de 200 litros)	Dificuldade de movimentação dos tonéis dos cavacos de aço e alumínio	Risco potencial de acidentes do posto de trabalho por escorregamento	Desenvolver um carinho e/ou instalar rodízios nos tonéis de armazenamento dos cavacos de aço e alumínio para diminuir o esforço ao movimentar os mesmos	-	Avaliação no posto de trabalho	09 Meses
14	Melhorar as condições de conforto térmico na fábrica	Calor	Fadiga, cansaço	Proceder estudo e implementar ações corretivas de conforto térmico na fábrica	-	Avaliação no posto de trabalho	09 Meses
15	Abastecimento manual de óleo de corte nos CNC's	Flexão do tronco, extensão e flexão de membros superiores	Dores no tronco e costas e membros superiores	Proceder estudo para instalação de tubulação. Dispor de carrinho para transportar os 02 baldes de 20 litros normalmente utilizados nesta operação	-	Avaliação no posto de trabalho	09 Meses

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Depois de implementadas as ações corretivas recomendadas no cronograma de ações, estas deverão ser novamente avaliadas com a participação de todos os trabalhadores envolvidos, sendo que estes poderão aprovar as medidas ou rejeitá-las. Conforme estabelece a Norma Regulamentadora nº.17 (2021), a validação é a única garantia da lisura dos procedimentos e da permanência dos resultados, pois, na situação em questão, somente aqueles operadores de máquina CNC detêm a experiência e o conhecimento da realidade, sendo os maiores interessados nas modificações proporcionadas pelo cronograma de ações. Na data de apresentação deste artigo, a etapa de validação ainda não tinha sido implementada, motivo pelo qual não está incluída no documento.

4. Conclusão.

A condução deste estudo evidenciou a importância da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) na atividade de operadores de máquinas CNC, já que a mesma consiste na observação das situações reais de trabalho (o homem no trabalho), em conjunto com a percepção que os trabalhadores têm de sua atividade (participação através do preenchimento dos questionários e entrevistas) e aplicação dos protocolos (metodologias, normas e procedimentos), os quais forneceram informações que auxiliarão na melhoria das práticas das tarefas nos postos laborais. Os resultados almejados com este estudo englobam a verificação do cumprimento da legislação no que diz respeito às normas de segurança do trabalho, bem como a redução de acidentes laborais e de registros de queixas de dores relacionadas à atividade específica do posto de trabalho analisado. Buscamos também aplicar as ações corretivas e/ou preventivas identificadas para atividades similares, proporcionando benefícios tanto para a empresa quanto para os trabalhadores. Essas ações visam aprimorar a qualidade de vida no ambiente de trabalho,

promovendo a saúde e o bem-estar dos colaboradores. Vale ressaltar que a intervenção ergonômica só é efetivamente concluída após as transformações no local de trabalho, sendo crucial realizar uma validação das ações implementadas.

Estudos futuros poderão confirmar se as ações foram efetivas ou se novas análises com novas propostas de ação se fazem necessárias. O tratamento de problemas desta natureza é contínuo, uma vez que os processos produtivos são dinâmicos e estão em constante transformação.

Referências

BORG, G. **Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido**. São Paulo: Ed. Manole, 2000.

BRASIL. MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL - **Estatísticas de Acidentes e Doenças do trabalho**. 2020

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA - **Portaria SEPRT nº 916**, de 30 de julho de 2019. NR-12, Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA - MTP - **Portaria SEPRT nº 1423**, de 08 de outubro de 2021. NR-17, Ergonomia

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA - MTP - **Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora Nr 17**. 2 ed. – Brasília : MTP, 2002.

FILHO J. M. J.; LIMA F. P. A. Análise Ergonômica Do Trabalho No Brasil: Transferência Tecnológica Bem-sucedida? **Revista Brasileira De Saúde Ocupacional**, v. 40, n. 131, 2015.

GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J.; KERGUELEN, A. **Compreender o trabalho para transformá-lo**: a prática da ergonomia. São Paulo: Edgard Blucher: Fundação Vanzolini, 2001.

IIDA, I. **Ergonomia Projeto e Produção**. 2º Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

OLIVEIRA, C. C.; ULBRICHT, L.; BARROS, F. S.; ZAGONEL, L. L.; MORO, A. R. P. Proposta de melhoria ergonômica e otimização da instalação para a atividade leiteira pequenas propriedades rurais. **Revista Engenharia Na Agricultura - REVENG**, v. 26, n. 5, p. 423–436, 2018.

PIMENTA, B. D.; ALONÇO, A. S.; FRANCETTO, T. R.; BRUNING, J.; NETO, M. C.; RODRIGUES, S. A. Análise ergonômica do trabalho em um restaurante situado no interior do Rio Grande do Sul. **Tecno-Lógica**, v. 24, n. 1, p. 53-57, 2020.

PREREIRA, A. C. E.; MENDES D. P.; MORAES, G. F. S. Do prescrito ao real: a imprevisibilidade e a importância do trabalho coletivo em um centro de usinagem de uma empresa metal-mecânica do interior do Estado de Minas Gerais, **Laboreal**, v. 13, n. 1, 2017.

RABARDEL, P.,; CARTIN N. C. M. L. N.; LE J. G.; PASCAL, M. **Ergonomie Concepts ET Méthodes**. Collection Formation – OCTARES EDITIOS – 1ª. edition 1998; Sixième réimpression 2010.

RIBEIRO, I. A.V.; TERESO, M. J. A.; ABRAHÃO, R. F. Ergonomic work analyses method in fresh tomato packing houses: manual material handling/Análise ergonômica do trabalho em unidades de beneficiamento de tomates de mesa: movimentação manual de cargas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, 2009.

SAMPAIO, K. R. A.; BATISTA, V. Análise Ergonômica do Trabalho (AET) no ambiente de escritório: Um estudo de caso em uma empresa na cidade de Manaus-AM. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, 2021.

SANTOS, E.F; SANTOS, G.F. **Análise de Riscos Ergonômicos**. Jacareí-SP: Ergo Brasil, 2006.

SILVA, E. L.; CASSIANO, D. A.; HABER, J.; LOURENÇO, S. R. . Aspectos Ergonômicos no Planejamento e Execução de Projetos: Estudo de Caso de um Centro de Distribuição de Produtos Têxteis. **Revista De Gestão E Projetos**, v.3, n. 3, p. 156–180, 2012.

VIDAL, M. C. **Ergonomia na empresa: útil, prática e aplicada**. 2ª ed. Rio de janeiro: Editora CVC, 2003.