

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PEDRO LUKA CASTRO DA SILVA

**ESTUDO ERGONÔMICO DE POSTO DE SOLDA UTILIZANDO O *SOFTWARE*
ERGOLÂNDIA**

MANAUS
2024

PEDRO LUKA CASTRO DA SILVA

**ESTUDO ERGONÔMICO DE POSTO DE SOLDA UTILIZANDO O SOFTWARE
ERGOLÂNDIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção

Orientadora: Profa. Dra. Nadja Polyana Felizola Cabete.

MANAUS
2024

PEDRO LUKA CASTRO DA SILVA

**ERGONÔMICO DE POSTO DE SOLDA UTILIZANDO O SOFTWARE
ERGOLÂNDIA**

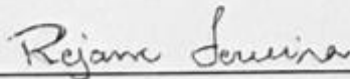
Trabalho apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Data de aprovação: Manaus (AM), 9 de dezembro de 2024.

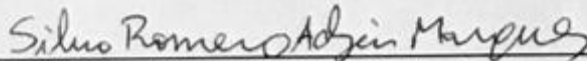
Banca examinadora:



Nadja Polyana Felizola Cabete, Profa. Dra.
Universidade do Estado do Amazonas



Rejane Gomes Ferreira, Profa. Ma.
Universidade do Estado do Amazonas



Silvio Romero Adjar Marques, Prof. Me.
Universidade do Estado do Amazonas

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado ao "errado que deu certo", o meu eu mais profundo, que, mesmo nos momentos de incerteza e desânimo, encontra forças para se esforçar um pouco mais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao Senhor Deus, por me conceder a oportunidade de ser quem sou hoje, por sempre me motivar e guiar ao longo da jornada da vida.

Sou profundamente grato ao meu pai, Jânio Oliveira, por dedicar seu tempo para me manter no caminho certo, e à minha mãe, Ana Patrícia Castro, que, com todo amor, me criou para que eu não fosse apenas mais um. Vocês são minha maior inspiração, e tenho um imenso orgulho de ambos.

Também expresso minha gratidão aos meus irmãos de corpo e alma, Johny, Leonardo e Gustavo, que, mesmo sem perceber, me dão forças e ânimo para seguir em frente.

Meus agradecimentos à minha orientadora e aos professores do curso pelos ensinamentos.

Agradeço também àqueles que, em algum momento, descreditaram de mim. Vocês me deram ainda mais motivação para provar a mim mesmo que sou capaz de ir além.

“The body cannot live without the mind.” (“O corpo não pode viver sem a mente. ”)

– Morpheus, The Matrix (1999)

RESUMO

Este trabalho aborda uma análise ergonômica detalhada no setor de soldagem industrial, com foco no operador de solda em uma linha de montagem de cofres. A pesquisa visa identificar e mitigar os fatores que contribuem para desgastes físicos e mentais no ambiente de trabalho, utilizando o *software* Ergolândia como ferramenta principal de análise. Metodologicamente, o estudo foi conduzido por meio de observações diretas e aplicação de métodos ergonômicos amplamente reconhecidos. Os resultados evidenciaram posturas inadequadas, movimentos repetitivos e esforços unilaterais que impactam negativamente a saúde ocupacional e a produtividade dos operadores. A tarefa de prender presilhas na montagem das portas destacou-se como uma atividade particularmente extenuante, exigindo intervenções urgentes. Foram sugeridas melhorias no processo para otimizar as condições ergonômicas e promover um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente. Conclui-se que a ergonomia é essencial para reduzir riscos, aumentar a eficiência e melhorar a qualidade de vida no trabalho, com o potencial de integrar avanços significativos nos processos industriais.

Palavras chave: Ergonomia; Soldagem; Análise Ergonômica; *Software* Ergolândia; Saúde Ocupacional; Produtividade.

ABSTRACT

This study presents a comprehensive ergonomic analysis in the industrial welding sector, focusing on the welding operator in a safe assembly line. The research aims to identify and mitigate factors contributing to physical and mental strain in the workplace, employing the Ergolândia software as the main analytical tool. Methodologically, the study utilized direct observations and widely recognized ergonomic methods. The results revealed improper postures, repetitive movements, and unilateral efforts adversely affecting occupational health and productivity. The task of securing clamps during door assembly stood out as particularly strenuous, requiring urgent interventions. Improvements were suggested to optimize the ergonomic conditions and promote a safer, more efficient work environment. The study concludes that ergonomics is essential for risk reduction, efficiency improvement, and enhancing workplace quality of life, with significant potential for integration into industrial production processes.

Keywords: Ergonomics; Welding; Ergonomic Analysis; Ergolândia Software; Occupational Health; Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Categorias força por ação	19
Figura 2 – Método OWAS	20
Figura 3 – Pontuação OCRA.....	22
Figura 4 – Faixa OCRA	22
Figura 5 – Níveis de ação RULA.....	24
Figura 6 – Significado por pontuação REBA.....	25
Figura 7 – Interpretação TLV HAL.....	27
Figura 8 – Critérios Couto.	28
Figura 9 – Cálculo do metabolismo.....	30
Figura 10 – Questionário PLIBEL.....	31
Figura 11 – Fluxograma do estudo de caso.....	33
Figura 12 – Fluxograma da fábrica de cofres.....	36
Figura 13 – Equipamentos de proteção individual.....	38
Figura 14 – Fluxograma do processo da porta.....	38
Figura 15 – <i>Layout</i> do setor de solda porta.....	39
Figura 16 – Rotação do pulso.....	41
Figura 17 – Prensa pela presilha de fixação.....	42
Figura 18 – Encaixe do molde.....	43
Figura 19 – Flexão do cotovelo.....	43
Figura 20 – Flexão de tronco.....	44
Figura 21 – Flexão do ombro esquerdo.....	44
Figura 22 – Flexão do tronco.....	45
Figura 23 – Solda dos mancais.....	45
Figura 24 – Pega do molde.....	46
Figura 25 – Guardar molde.....	46
Figura 26 – Molde interno	47
Figura 27 – Posicionar molde.....	47
Figura 28 – Pontear com solda	48
Figura 29 – Retirar molde.....	49
Figura 30 – Cotovelo direito.....	49
Figura 31 – Checagem final.....	50
Figura 32 – Exemplo de SOP.....	52
Figura 33 – Pontuação RULA.....	54
Figura 34 – Resultado REBA.....	55
Figura 35 – Risco pelo método OCRA.....	56
Figura 36 – Resumo método OWAS.....	57
Figura 37 – Lados do corpo pelo OCRA.....	58
Figura 38 – Pontuação pelo RULA.....	59
Figura 39 – Estudo pelo REBA.....	69

Figura 40 – Mão direita e esquerda pelo TLV HAL.	60
Figura 41 – Somatório de pontos pelo Couto.	61
Figura 42 – Calorias por turno.	62
Figura 43 – Gráfico PLIBEL.	63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.2 OBJETIVOS	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 ERGONOMIA	15
2.2 PRODUTIVIDADE COM ÊNFASE EM ERGONOMIA.....	16
2.3 SOFTWARE ERGOLÂNDIA.....	18
2.4 FERRAMENTAS ERGONÔMICAS	19
2.4.1 <i>Ovako working analysis system</i>	19
2.4.2 <i>Occupational repetitive actions</i>	21
2.4.3 <i>Rapid upper limb assessment</i>	23
2.4.4 <i>Rapid entire body assessment</i>	24
2.4.5 <i>Threshold limit value for hand activity level</i>	26
2.4.6 <i>Checklist de Couto</i>	27
2.4.7 <i>Método Lehmann</i>	29
2.4.8 <i>Método plibel</i>	30
3 MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	33
3.2 ESTRUTURA CONCEITUAL-TEÓRICA	34
3.3 PLANEJAMENTO, TESTE PILOTO E COLETA DE DADOS.....	34
3.3.1 Escolha da empresa	35
3.3.2 Situação de análise	36
3.3.3 Necessidades do processo de solda porta	37
3.3.4 Descrição da atividade	40
3.3.4.1 <i>Encaixe do molde</i>	42
3.3.4.2 <i>Laterais da porta</i>	43
3.3.4.3 <i>Extremidades da porta</i>	44
3.3.4.4 <i>Solda dos mancais</i>	45
3.3.4.6 <i>Molde das peças internas</i>	47
3.3.4.7 <i>Pontos de solda</i>	48
3.3.4.8 <i>Guardar molde</i>	48
3.3.4.9 <i>Checagem final</i>	49
3.4 ANÁLISE E RELATÓRIO	50
3.4.1 Processo preparação da solda manual	50

3.5 APLICAÇÃO DO SOFTWARE ERGOLÂNDIA.....	53
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1 DESEMPENHO ERGONÔMICO DAS PRESILHAS DE CONTENÇÃO	54
4.2 DESEMPENHO ERGONÔMICO DO PONTEAMENTO DE SOLDA.....	56
5 CONCLUSÃO	64
5.1 LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS	65
REFERÊNCIAS.....	66

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A ergonomia desempenha um papel essencial na promoção da saúde, segurança e produtividade no ambiente de trabalho. Recentemente, estratégias como a redução da escala semanal para trabalhadores, que visam aumentar os dias de folga na semana, têm ganhado destaque por sua capacidade de equilibrar bem-estar e eficiência. Essas estratégias, assim como os princípios ergonômicos, buscam adaptar as condições de trabalho às necessidades psicofisiológicas dos trabalhadores, reduzindo os riscos ocupacionais, promovendo conforto e melhorando o desempenho nos sistemas produtivos (Moraes; Mont'Alvão, 2003). Dessa forma, a ergonomia se apresenta como uma ferramenta indispensável para alinhar as demandas físicas e mentais dos trabalhadores aos objetivos operacionais das organizações.

A aplicação da ergonomia é especialmente relevante em setores industriais que exigem alta demanda física e repetitividade, como o setor de soldagem. Esse ambiente frequentemente expõe os operadores a riscos relacionados à manipulação de peso, posturas inadequadas e movimentos repetitivos. Estudos indicam que intervenções ergonômicas bem planejadas não apenas reduzem significativamente os índices de acidentes de trabalho, mas também contribuem para o aumento da produtividade (Comper, 2013). Segundo a Organização Internacional do Trabalho (2019), cerca de 2,3 milhões de trabalhadores morrem anualmente em decorrência de acidentes e doenças ocupacionais, reforçando a relevância da ergonomia na prevenção desses eventos e na promoção de ambientes de trabalho mais seguros e saudáveis.

Particularmente no setor de soldagem, a ausência de intervenções ergonômicas pode levar a problemas como dores musculoesqueléticas, aumento do absenteísmo e queda na eficiência operacional. Indústrias que negligenciam práticas ergonômicas apresentam índices de absenteísmo até 30% maiores, frequentemente relacionados a afastamentos causados por lesões osteomusculares (Longen, 2018). Além disso, a falta de atenção às posturas e ao uso excessivo de força pode levar a afastamentos temporários ou permanentes, aumentando os custos para as empresas e comprometendo a qualidade de vida dos trabalhadores.

Neste cenário, ferramentas computacionais como o programa Ergolândia tornam-se aliadas estratégicas, permitindo análises detalhadas das condições de trabalho e fornecendo dados que auxiliam na identificação de problemas e no

desenvolvimento de soluções. Métodos estruturados, como a análise ergonômica do trabalho, permitem observar de maneira sistemática os processos e as condições laborais, identificando fatores críticos e promovendo melhorias que alinham segurança e eficiência (Rebelo, 2004).

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo é realizar uma análise ergonômica de um operador em um posto de soldagem, utilizando o aplicativo computacional Ergolândia para diagnosticar as condições do processo e identificar os fatores de risco existentes. O estudo busca compreender o impacto das condições ergonômicas sobre os operadores, empregando ferramentas analíticas amplamente reconhecidas na literatura. Adicionalmente, pretende-se validar o uso de tecnologia, como o Ergolândia, para apoiar a análise das atividades e constatar riscos ergonômicos, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre ergonomia aplicada em ambientes industriais e consolidando práticas de avaliação replicáveis em setores semelhantes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Entre um ambiente de trabalho fisicamente saudável e a busca por maior produtividade, insere-se o estudo das teorias relacionadas aos processos industriais. Esses processos envolvem uma ampla gama de tópicos que devem ser explorados para otimizar a execução das atividades nos postos de trabalho. A revisão de literatura, portanto, visa identificar e discutir as principais abordagens teóricas e práticas que contribuem para melhorar a performance, reduzir o desgaste físico dos trabalhadores e promover um equilíbrio eficiente entre produtividade e saúde ocupacional.

2.1 ERGONOMIA

A ergonomia, originada do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis), é a ciência que se dedica ao estudo das interações entre o ser humano e os sistemas de trabalho, com o propósito de aprimorar o desempenho das atividades, melhorar os processos produtivos e garantir o bem-estar dos trabalhadores. Segundo a *International Ergonomic Association*, a ergonomia utiliza uma abordagem interdisciplinar, englobando aspectos físicos, cognitivos e organizacionais para adaptar o trabalho às capacidades humanas (Abergo, 2013; Iida, 1990).

Ao longo da história, a ergonomia evoluiu com a necessidade de moldar as condições de trabalho às limitações e habilidades humanas. Desde o século XVII, com Bernardino Ramazzini identificando problemas de saúde relacionados a posturas inadequadas, até os estudos de Taylor e Gilbreth no início do século XX, que introduziram os conceitos de análise de tempos e movimentos, a ergonomia tornou-se uma ferramenta indispensável para o desenvolvimento de ambientes de trabalho mais seguros e eficientes (Silva *et al.*, 2010). Atualmente, ela desempenha um papel crucial em setores de alta demanda física, como o da soldagem.

O setor de soldagem, em particular, apresenta desafios ergonômicos significativos devido à natureza repetitiva e ao esforço físico exigido. Ajustes simples no ambiente de trabalho, como adequação da altura de bancadas, uso de suportes para os braços e ferramentas bem equilibradas, podem reduzir a sobrecarga física e prevenir lesões musculoesqueléticas, além de aumentar a eficiência operacional (Iida, 1990).

A ergonomia pode ser dividida em três grandes áreas que contribuem diretamente para a otimização do setor de soldagem:

- Ergonomia física, que analisa as características biomecânicas e fisiológicas do trabalhador, ajudando a identificar ajustes necessários para prevenir desgastes físicos;
- Ergonomia cognitiva, focada nos processos mentais, como tomada de decisão e interação homem-máquina, garantindo clareza e segurança na execução das tarefas;
- Ergonomia organizacional, que busca melhorar a gestão de horários, rotinas e organização do trabalho, promovendo um ambiente produtivo e saudável (Abergo, 2013).

Este estudo explora a aplicação prática de princípios ergonômicos no setor de soldagem para reduzir esforços desnecessários e otimizar o tempo de trabalho. Por meio da análise das condições posturais e do ambiente de trabalho, é possível propor melhorias que tornem o trabalho menos exaustivo, como o uso de ferramentas leves e bem projetadas, a adequação da iluminação e ventilação, e a implementação de pausas regulares. Essas medidas não apenas promovem a saúde e segurança dos operadores, mas também aumentam a produtividade e a qualidade do trabalho realizado.

Dessa forma, a ergonomia desempenha um papel estratégico ao alinhar o ambiente de trabalho às necessidades humanas, evitando riscos e promovendo uma relação mais equilibrada entre produtividade e bem-estar. No setor de soldagem, sua aplicação é indispensável para a construção de um ambiente mais eficiente, seguro e sustentável para trabalhadores e organizações.

2.2 PRODUTIVIDADE COM ÊNFASE EM ERGONOMIA

No contexto atual, marcado pela globalização e pela acirrada competitividade no mercado, a produtividade se apresenta como um elemento estratégico indispensável para as organizações. Nesse cenário, os princípios ergonômicos não apenas atendem a uma necessidade básica, mas configuram-se como uma vantagem competitiva significativa, contribuindo para a eficiência das operações e redução de custos (Bortolozo, 2011). A aplicação de técnicas ergonômicas é essencial para melhorar as condições de trabalho, garantindo maior eficiência nos processos produtivos e promovendo a saúde dos colaboradores.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002), a maneira como os colaboradores são gerenciados influencia diretamente a eficácia das atividades e os

resultados gerais do setor produtivo. O gerenciamento eficiente das condições de trabalho e a integração de práticas ergonômicas resultam em maior produtividade, além de promover a satisfação dos trabalhadores, o que contribui diretamente para o alcance dos objetivos organizacionais.

Conforme Silva *et al.* (2009), a busca pela produtividade deve ser uma preocupação transversal a todos os departamentos de uma organização. Nesse sentido, a adoção de técnicas ergonômicas e a adequação das atividades laborais desempenham um papel crucial, garantindo que as operações atendam às demandas empresariais sem comprometer o bem-estar dos colaboradores. A integração dessas práticas resulta não apenas na otimização operacional, mas também na criação de um ambiente de trabalho mais seguro e saudável.

Empresas modernas reconhecem que melhorar as condições de trabalho dos colaboradores é um fator decisivo para aumentar a motivação e o engajamento. Bortolozo (2011) aponta que um ambiente de trabalho adequado, aliado a uma remuneração justa, tende a elevar o nível de produtividade dos funcionários. Essa relação positiva entre ergonomia e motivação evidencia que colaboradores satisfeitos desempenham suas funções com mais eficiência, contribuindo para a redução de problemas associados ao ambiente de trabalho.

Além disso, a adequação ergonômica do ambiente pode reduzir significativamente os custos operacionais. A diminuição de afastamentos por doenças ocupacionais, bem como a redução do retrabalho, são exemplos de como as práticas ergonômicas impactam positivamente os resultados organizacionais. Conforme Moreira (2004), o aumento da produtividade possibilita o melhor aproveitamento de recursos, como máquinas, equipamentos e matéria-prima, além de promover economia em áreas como energia e combustíveis.

A qualidade de vida no ambiente de trabalho emerge como um pilar fundamental para a obtenção de melhores resultados organizacionais. Maximiano (2004) reforça que o desempenho das organizações está diretamente relacionado não apenas à eficiência dos processos produtivos, mas também ao comportamento e bem-estar dos colaboradores. Um ambiente de trabalho que valoriza a ergonomia e a saúde dos trabalhadores gera impactos positivos tanto na produtividade quanto na sustentabilidade do desempenho organizacional.

2.3 SOFTWARE ERGOLÂNDIA

A ergonomia é essencial no ambiente industrial, promovendo o bem-estar dos trabalhadores e aumentando a eficiência produtiva. A avaliação ergonômica é indispensável para identificar e corrigir problemas como postura inadequada, esforços repetitivos e sobrecarga física. O *software* Ergolândia, por sua vez, oferece diagnósticos precisos e uma visão detalhada das condições de trabalho, viabilizando melhorias que impactam positivamente a saúde ocupacional e a produtividade.

O Ergolândia é projetado para realizar avaliações completas dos postos de trabalho, disponibilizando digitalmente diversas ferramentas ergonômicas consolidadas na literatura, que levam em consideração variáveis como a postura dos operadores, o peso das ferramentas manuseadas e a repetição de movimentos, facilitando a análise dos dados coletados manualmente por essas ferramentas e tornando a análise mais prática e rápida.

Por meio de imagens e observações diretas, o *software* permite analisar o nível de exigência física de cada tarefa, destacando os pontos críticos que demandam correção. Souza e Lima (2018) apontam que o uso de *softwares* ergonômicos, como o Ergolândia, é uma ferramenta poderosa para a prevenção de doenças ocupacionais, como lesões musculoesqueléticas, comuns em atividades que demandam esforço físico repetitivo. Assim, a utilização desse tipo de tecnologia reduz riscos e melhora a qualidade de vida dos trabalhadores.

Além de identificar problemas ergonômicos, o Ergolândia também contribui para a otimização dos processos industriais. Ao avaliar o *layout* e a organização dos postos de trabalho, a ferramenta oferece insights que possibilitam reorganizar o fluxo de atividades e reposicionar equipamentos, minimizando o esforço físico e o tempo de execução das tarefas. Conforme apontado por Ribeiro (2017), essa abordagem não só previne problemas de saúde, mas também aumenta a eficiência produtiva, o que resulta em maior produtividade e redução de custos operacionais relacionados ao afastamento de colaboradores.

A adoção de tecnologias como o Ergolândia reforça a importância de uma abordagem preventiva e técnica na ergonomia industrial. Ao fornecer dados objetivos sobre as condições de trabalho, o programa permite que as empresas tomem decisões embasadas para melhorar o ambiente de trabalho, assegurando o bem-estar físico dos operadores e o bom funcionamento dos processos produtivos. Dessa forma, ferramentas voltadas à análise ergonômica são indispensáveis para indústrias que

buscam um equilíbrio sustentável entre saúde ocupacional e desempenho organizacional.

2.4 FERRAMENTAS ERGONÔMICAS

Dentre as ferramentas disponibilizadas pelo *software* Ergolândia, destaco as seguintes que serão utilizadas neste trabalho:

2.4.1 *Ovako working analysis system*

O *Ovako Working Analysis System* (OWAS) é uma ferramenta de análise ergonômica amplamente utilizada para avaliar e categorizar posturas ocupacionais em atividades laborais, especialmente na indústria. Desenvolvido na Finlândia, o método tem como objetivo identificar riscos ergonômicos associados a posturas inadequadas e oferecer suporte para intervenções que reduzam o desconforto físico e os riscos de lesões musculoesqueléticas.

De acordo com Karhu, Kansu e Kuorinka (1977), o OWAS baseia-se em uma abordagem sistemática que conforme a figura 1 observa e classifica posturas relacionadas ao tronco, braços, pernas e carga manipulada, permitindo a criação de uma matriz de risco que orienta a priorização das ações corretivas necessárias.

Figura 1 – Categorias força por ação

OWAS		COSTAS			BRAÇOS			PERNAS			ESFORÇO			AÇÃO			TEMPO					
Costas	Braços	Pernas																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Força			Força			Força			Força			Força			Força					
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

CATEGORIAS DE AÇÃO:

- 1 - Não são necessárias medidas corretivas
- 2 - São necessárias correções em um futuro próximo
- 3 - São necessárias correções tão logo quanto possível
- 4 - São necessárias correções imediatas

Fonte: Ergolândia, 2024.

A metodologia classifica as posturas do tronco em quatro categorias (ereta, inclinada, torcida ou combinada), dos braços em três categorias (abaixo, ao nível ou acima dos ombros), das pernas em sete categorias (como sentado, de pé ou ajoelhado) e do esforço físico em três níveis de carga manipulada (abaixo de 10 kg, entre 10 e 20 kg, e acima de 20 kg). Essas variáveis são combinadas em uma matriz que determina os níveis de ação corretiva, classificados em quatro categorias: Categoria 1, sem necessidade de correções; Categoria 2, com correções requeridas em um futuro próximo; Categoria 3, com necessidade de correções o mais rápido possível; e Categoria 4, com ações imediatas exigidas. Essas informações podem ser demonstradas na figura 2.

Figura 2 – Método OWAS



Fonte: Ergolândia, 2024.

A aplicação prática do OWAS é amplificada por *softwares* que facilitam o registro das posturas observadas, atribuem porcentagens de tempo para cada tarefa e calculam automaticamente o nível de risco associado a cada postura. O exemplo apresentado nas imagens demonstra como o método pode ser operacionalizado, permitindo que analistas registrem detalhes das tarefas e codifiquem posturas de acordo com as categorias OWAS, gerando dados claros e objetivos para suporte às intervenções ergonômicas.

No contexto industrial, especialmente em setores como soldagem e montagem, o OWAS tem papel crucial na identificação de posturas críticas que podem levar ao desconforto ou limitar a eficiência dos trabalhadores. A metodologia auxilia na reestruturação de postos de trabalho, implementação de ferramentas ajustáveis e melhorias no *layout* das estações de trabalho, contribuindo para a redução do esforço físico e otimização do tempo de trabalho. Além disso, o OWAS pode ser integrado a tecnologias modernas, como sensores IoT e sistemas de automação, potencializando sua capacidade de análise e intervenção ao fornecer dados em tempo real e identificar padrões de risco com maior precisão.

Por sua simplicidade e objetividade, o OWAS destaca-se como um referencial teórico e prático fundamental para a promoção de condições laborais mais seguras e produtivas, alinhando-se às melhores práticas de ergonomia e engenharia de produção.

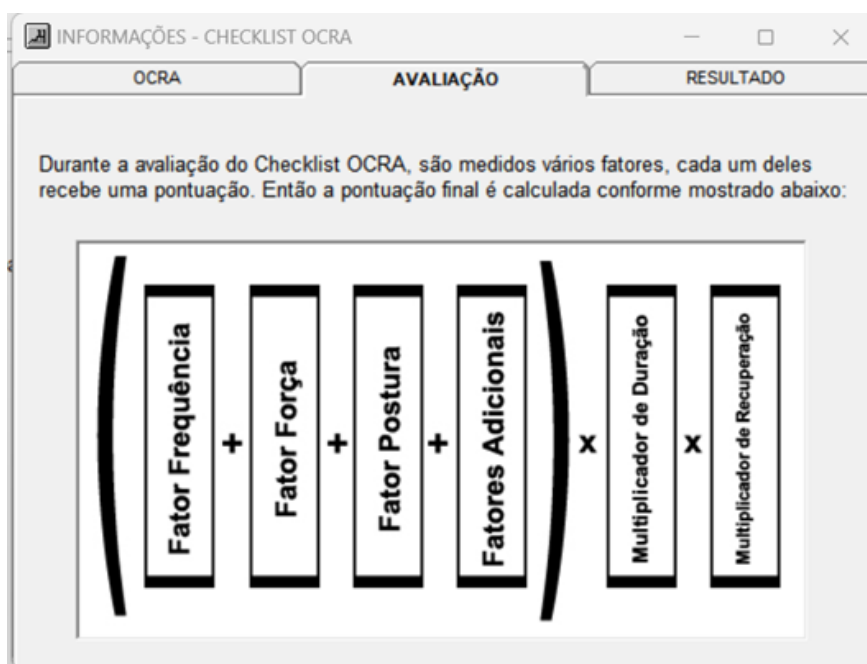
2.4.2 **Occupational repetitive actions**

O *Checklist* OCRA (*Occupational Repetitive Actions*), desenvolvido por Occhipinti e Colombini nos anos 1990, é uma ferramenta de análise ergonômica amplamente utilizada para avaliar os riscos associados a tarefas repetitivas envolvendo os membros superiores.

A metodologia é reconhecida por sua eficácia na identificação de fatores que contribuem para a sobrecarga biomecânica, permitindo a aplicação de intervenções preventivas e corretivas no ambiente de trabalho. Segundo Occhipinti e Colombini (2000), o *Checklist* OCRA foi projetado como um método simplificado para mensurar o impacto de tarefas repetitivas sobre os trabalhadores, considerando variáveis como frequência, força, postura e fatores adicionais de risco.

Conforme ilustrado na figura 3, a avaliação é realizada somando-se os fatores de frequência, força, postura e fatores adicionais, como vibrações ou a ausência de pausas adequadas. O resultado dessa soma é multiplicado por dois parâmetros: o multiplicador de duração, que reflete o tempo total de exposição à tarefa, e o multiplicador de recuperação, que leva em conta a disponibilidade de pausas e momentos de descanso. Essa fórmula permite calcular uma pontuação final que reflete o nível de risco associado à tarefa analisada.

Figura 3 – Pontuação OCRA



Fonte: Ergolândia, 2024.

A figura 4 apresenta a classificação dos resultados obtidos, com pontuações organizadas em faixas que variam de risco aceitável (faixa verde, até 7,5) a risco alto (faixa roxa, $\geq 22,6$). Pontuações entre essas extremidades indicam níveis progressivos de risco, desde risco muito baixo (faixa amarela) até risco médio (faixa vermelha clara e escura). Essa classificação fornece uma base para priorizar ações corretivas, auxiliando na tomada de decisões relacionadas à ergonomia e segurança ocupacional.

Figura 4 – Faixa OCRA

PONTUAÇÃO	FAIXA	RISCO
ATÉ 7,5	VERDE	RISCO ACEITÁVEL
7,6 - 11	AMARELA	RISCO MUITO BAIXO
11,1 - 14,0	VERMELHA CLARA	RISCO MÉDIO-BAIXO
14,1 - 22,5	VERMELHA ESCURA	RISCO MÉDIO
$\geq 22,6$	ROXA	RISCO ALTO

Fonte: Ergolândia, 2024.

Na prática, o *Checklist* OCRA é amplamente aplicado em setores industriais, como os de soldagem e montagem, caracterizados pela predominância de movimentos repetitivos. Essa ferramenta proporciona uma análise objetiva das condições de trabalho, viabilizando melhorias no *layout* das estações, a implementação de pausas programadas e a adoção de equipamentos ergonômicos. Conforme Occhipinti e Colombini (2000), trata-se de uma abordagem prática e eficaz para reduzir os riscos biomecânicos, promovendo a saúde e segurança dos trabalhadores. Além disso, sua integração com tecnologias modernas, como sensores IoT, possibilita o acesso a dados em tempo real, o que potencializa ainda mais a gestão dos riscos e reafirma seu papel como uma metodologia essencial para ambientes de trabalho que demandam tarefas repetitivas e alta exigência física.

2.4.3 **Rapid upper limb assessment**

O Método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), desenvolvido por McAtamney e Corlett em 1993, é uma ferramenta amplamente utilizada para a análise postural de trabalhadores em tarefas que exigem movimentos dos membros superiores, tronco e pescoço. O RULA foi criado para avaliar rapidamente o risco de desenvolvimento de lesões musculoesqueléticas relacionadas ao trabalho (McAtamney; Corlett, 1993). Sua aplicação é particularmente relevante em atividades industriais e repetitivas, onde há uma demanda significativa de esforço físico e posturas inadequadas.

De acordo com o que está ilustrado na figura 5, o método baseia-se em um sistema de pontuação que varia de 1 a 7, associado a diferentes níveis de ação. A análise considera fatores como ângulos articulares, carga aplicada, suporte e frequência dos movimentos, resultando em um índice que reflete o grau de risco para o trabalhador. Os níveis de ação são divididos em quatro categorias: pontuações de 1 ou 2 correspondem ao nível de ação 1, indicando uma postura aceitável; pontuações de 3 ou 4 correspondem ao nível de ação 2, sugerindo que deve-se realizar uma observação, com a possibilidade de mudanças serem necessárias; pontuações de 5 ou 6 correspondem ao nível de ação 3, determinando que deve-se realizar uma investigação e introduzir mudanças no ambiente de trabalho; e pontuações de 7 correspondem ao nível de ação 4, exigindo que mudanças sejam introduzidas imediatamente para evitar danos à saúde do trabalhador.

Figura 5 – Níveis de ação RULA

PONTUAÇÃO	NÍVEL DE AÇÃO	INTERVENÇÃO
1 ou 2	1	Postura aceitável.
3 ou 4	2	Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças.
5 ou 6	3	Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças.
7	4	Devem ser introduzidas mudanças imediatamente.

Fonte: Ergolândia, 2024.

A aplicação do RULA segue etapas específicas, incluindo a observação direta do trabalhador, o registro das posturas adotadas durante a realização da tarefa e a codificação dos dados em tabelas específicas que calculam o nível de risco. O objetivo é fornecer um diagnóstico claro e objetivo sobre a exposição do trabalhador a fatores de risco musculoesquelético.

Na prática, o RULA é amplamente aplicado em setores como soldagem, montagem e outros trabalhos industriais que envolvem posturas estáticas ou movimentos repetitivos. A ferramenta permite identificar rapidamente posturas inadequadas e priorizar intervenções ergonômicas, como ajustes no *layout* das estações de trabalho, alterações nas ferramentas utilizadas ou inclusão de pausas planejadas. Conforme apresentado na imagem, o RULA fornece uma base clara para determinar as ações necessárias com base na pontuação final. Por ser uma ferramenta prática e validada, o Método RULA é amplamente reconhecido na literatura científica como uma metodologia essencial para a gestão de riscos ergonômicos, contribuindo para a promoção da saúde ocupacional e a redução de problemas musculoesqueléticos no ambiente de trabalho.

2.4.4 *Rapid entire body assessment*

O Método REBA (*Rapid Entire Body Assessment*), desenvolvido por Hignett e McAtamney em 2000, é uma ferramenta projetada para a análise postural de

atividades que envolvem todo o corpo, com foco na identificação e avaliação de riscos ergonômicos associados a lesões musculoesqueléticas. Este método é amplamente utilizado para avaliar rapidamente posturas em tarefas que demandam esforço físico significativo, movimentos repetitivos ou posturas inadequadas, proporcionando uma base para a implementação de intervenções que promovam a saúde ocupacional (Hignett; McAtamney, 2000).

Conforme apresentado na figura 6, o REBA utiliza uma escala de pontuação que varia de 1 a 11 ou mais, classificando os níveis de risco em cinco categorias, com diferentes significados e intervenções associadas. Pontuações de 1 correspondem a risco insignificante, onde nenhuma intervenção é necessária. Pontuações de 2 ou 3 indicam risco baixo, podendo requerer intervenções pontuais. Valores entre 4 e 7 são classificados como risco médio, onde medidas corretivas são necessárias. Pontuações entre 8 e 10 são indicativas de risco alto, exigindo intervenção o mais rápido possível. Por fim, pontuações de 11 ou mais representam risco muito alto, demandando mudanças imediatas no ambiente ou na tarefa analisada.

Figura 6 – Significado por pontuação REBA

PONTUAÇÃO	SIGNIFICADO	INTERVENÇÃO
1	Risco insignificante	Não é necessária
2 ou 3	Risco baixo	Pode ser necessária
4 a 7	Risco médio	Necessária
8 a 10	Risco alto	Necessária o quanto antes
11 ou mais	Risco muito alto	Necessária imediatamente

Fonte: Ergolândia, 2024.

O Método REBA adota uma abordagem sistemática para avaliação de riscos ergonômicos, analisando o corpo humano em diferentes segmentos, como tronco, pescoço, pernas, braços e punhos. Para cada segmento, são avaliados critérios como ângulos articulares, suportes e forças exercidas durante a execução de tarefas. Esses parâmetros são pontuados individualmente e, posteriormente, combinados em um escore final que indica o nível de risco associado à atividade.

Comumente empregado em setores como construção civil, montagem industrial e soldagem, o REBA é especialmente útil em atividades que envolvem posturas inadequadas ou esforços físicos intensos. A ferramenta possibilita a identificação de áreas críticas nas tarefas analisadas, orientando intervenções que incluem ajustes no *layout* do posto de trabalho, a introdução de ferramentas ergonômicas ou a implementação de pausas regulares. Sua visualização dos níveis de risco e das respectivas ações recomendadas facilita a tomada de decisões voltadas à melhoria das condições ergonômicas. Reconhecido como uma metodologia prática e versátil, o Método REBA é amplamente validado na literatura científica como uma ferramenta essencial para a gestão de riscos ergonômicos. Sua aplicação contribui significativamente para a promoção de condições de trabalho mais seguras e para a redução de problemas musculoesqueléticos, fortalecendo a ergonomia no ambiente ocupacional.

2.4.5 **Threshold limit value for hand activity level**

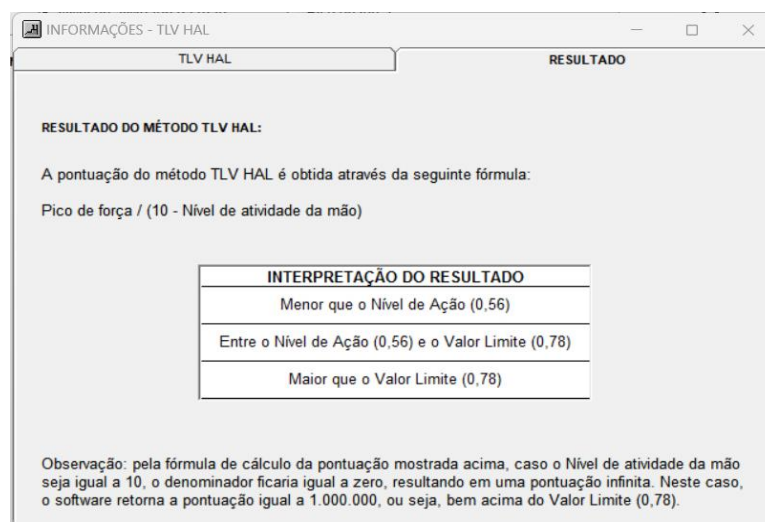
O método TLV HAL (*Threshold Limit Value for Hand Activity Level*), desenvolvido pelo *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) em 2001, é uma ferramenta voltada para a análise de atividades manuais que envolvem força repetitiva e movimentos frequentes. O objetivo do método é determinar o nível de risco associado ao esforço das mãos em tarefas repetitivas, oferecendo um critério para a implementação de medidas preventivas e corretivas no ambiente de trabalho (ACGIH, 2001).

O cálculo da pontuação no método TLV HAL é realizado por meio da fórmula: pico de força dividido por (10 - nível de atividade da mão). Essa fórmula leva em consideração dois fatores críticos: o esforço máximo aplicado durante a tarefa (pico de força) e a intensidade dos movimentos manuais (nível de atividade da mão). Com base no resultado obtido, o método classifica o nível de risco em três categorias:

- Resultados menores que 0,56 indicam que o risco está abaixo do nível de ação, sendo aceitável e não exigindo intervenções imediatas.
- Resultados entre 0,56 e 0,78 correspondem a uma zona de atenção, onde o risco está próximo ao valor limite e podem ser necessárias medidas de controle.
- Resultados maiores que 0,78 indicam que o risco ultrapassa o valor limite, exigindo intervenções imediatas para reduzir o esforço aplicado ou ajustar as condições de trabalho.

A figura 7 apresentada destaca uma observação importante sobre o cálculo. Caso o nível de atividade da mão seja igual a 10, o denominador da fórmula se torna zero, resultando em uma pontuação infinita. Para esses casos, o programa computacional atribui automaticamente um valor muito acima do limite seguro, enfatizando a necessidade de intervenção imediata.

Figura 7 – Interpretação TLV HAL



Fonte: Ergolândia, 2024.

Reconhecido por sua objetividade e fundamentação técnica, o TLV HAL se destaca na literatura como uma ferramenta essencial para a gestão de riscos ergonômicos em atividades manuais. Ele é amplamente utilizado em tarefas industriais que demandam esforços repetitivos das mãos, como montagem, soldagem e o uso de ferramentas manuais. O método permite identificar rapidamente os níveis de risco associados às atividades, fornecendo uma base confiável para a implementação de melhorias, como ajustes no ritmo de trabalho, redução da força aplicada ou inclusão de pausas planejadas. Essa abordagem contribui significativamente para a prevenção de lesões ocupacionais, como tendinites e distúrbios musculoesqueléticos nos membros superiores, reforçando seu papel indispensável na promoção de saúde e segurança no ambiente de trabalho.

2.4.6 **Checklist de Couto**

O *Checklist* de Couto, criado por Hudson de Araújo Couto, é amplamente reconhecido no Brasil como uma ferramenta prática e eficiente para avaliar condições biomecânicas e aspectos ergonômicos no ambiente laboral. Baseado em parâmetros

específicos, o método permite uma análise detalhada das condições físicas associadas às atividades de trabalho, oferecendo um diagnóstico ágil e objetivo sobre a adequação ergonômica e os potenciais riscos de desenvolvimento de lesões musculoesqueléticas (Couto, 2014).

Conforme ilustrado na figura 8, o resultado final do *Checklist* de Couto é expresso por uma pontuação que varia de menos de 4 até 13 pontos, sendo categorizada em diferentes níveis de condição biomecânica. Pontuações de 11 a 13 indicam uma condição biomecânica excelente (faixa verde), enquanto valores entre 8 e 10 refletem uma boa condição biomecânica. Pontuações de 6 a 7 são classificadas como condição biomecânica razoável (faixa amarela), 4 a 5 indicam condição ruim (faixa laranja) e menos de 4 refletem uma condição biomecânica péssima (faixa vermelha). Além disso, o método especifica que se alguma das condições analisadas for identificada como pertencente aos “Itens de Desqualificação”, o trabalho é automaticamente classificado como apresentando condição ergonômica ruim.

Figura 8 – Critérios Couto

The screenshot shows a window titled 'INFORMAÇÕES - CHECKLIST DE COUTO (Versão 2014)'. It has two tabs: 'CHECKLIST DE COUTO' and 'RESULTADO'. The 'RESULTADO' tab is active, displaying the following text: 'O resultado final do Checklist de Couto é uma pontuação, que tem sua interpretação mostrada na tabela abaixo:'. Below this is a table with the title 'CRITÉRIO DE INTERPRETAÇÃO'. The table has two columns: 'Pontuação' and 'Condição biomecânica'. The rows are color-coded: green for 11-13 points, light green for 8-10 points, yellow for 6-7 points, orange for 4-5 points, and red for less than 4 points. Below the table, there is a note: 'Caso o trabalho tenha alguma das condições relacionadas em "Itens de Desqualificação", fica automaticamente caracterizada a CONDIÇÃO ERGONÔMICA RUIM.'

CRITÉRIO DE INTERPRETAÇÃO	
11 a 13 pontos	Condição biomecânica excelente
8 a 10 pontos	Boa condição biomecânica
6 a 7 pontos	Condição biomecânica razoável
4 a 5 pontos	Condição biomecânica ruim
Menos de 4 pontos	Condição biomecânica péssima

Caso o trabalho tenha alguma das condições relacionadas em "Itens de Desqualificação", fica automaticamente caracterizada a CONDIÇÃO ERGONÔMICA RUIM.

Fonte: Ergolândia, 2024.

A aplicação do *checklist* consiste em uma avaliação estruturada de diferentes aspectos do trabalho, como postura, repetitividade, força exigida, ambiente físico e outros fatores que podem comprometer a saúde e o bem-estar do trabalhador. A pontuação final fornece uma base objetiva para a implementação de melhorias, como o redesenho do posto de trabalho, mudanças nas ferramentas ou ajustes nos processos produtivos.

Na prática, o *Checklist* de Couto tem sido utilizado em diversas indústrias no Brasil, especialmente em atividades que envolvem esforços físicos intensos ou repetitivos, como montagem, produção industrial e tarefas relacionadas à operação de máquinas. A ferramenta é reconhecida por sua simplicidade e eficácia, permitindo uma análise rápida e direta das condições ergonômicas e suas possíveis consequências para a saúde ocupacional. Por sua abordagem prática e seu foco em condições biomecânicas, o Checklist de Couto é amplamente utilizado como uma ferramenta essencial para a promoção de ambientes de trabalho mais saudáveis e seguros, alinhando-se às melhores práticas de ergonomia e gestão de riscos.

2.4.7 Método Lehmann

Método Lehmann é uma abordagem utilizada para calcular o metabolismo energético associado a diferentes posturas e classes de trabalho. Desenvolvido com base em estudos fisiológicos, o método busca fornecer uma estimativa do gasto calórico em atividades laborais, combinando o impacto da posição do corpo com a intensidade da tarefa realizada. Ele é amplamente utilizado em ergonomia para avaliar demandas físicas e planejar intervenções que minimizem a sobrecarga dos trabalhadores (Lehmann, 1955).

O cálculo do metabolismo pelo Método Lehmann é baseado em dois fatores principais: a posição do corpo e a classe de trabalho. Na figura 9, a tabela mostra os valores de gasto calórico por minuto e por hora para diferentes posturas, como deitado/sentado, de pé, andando e subindo. Adicionalmente, considera a intensidade do trabalho, dividida em categorias como manual (fácil ou difícil), trabalho com membros superiores (fácil ou difícil) e atividades que envolvem todo o corpo (leve, difícil ou muito difícil). A figura abaixo, retirada do próprio aplicativo Ergôlandia ressalta como é realizado os acertos matemáticos para chegar nas calorias gastas.

A fórmula geral para o cálculo é expressa como:

- $\text{Metabolismo} = \text{Metabolismo Posição} + \text{Metabolismo Classe}$.

Um exemplo ilustrado na tabela descreve o cálculo para um trabalhador que permaneceu de pé por 20 minutos:

- $\text{Metabolismo posição} = 20 \times 0,8 = 16 \text{ Kcal}$.

Já para um trabalhador na posição de de pé por 1 hora e 15 minutos:

- $\text{Metabolismo posição} = (1 \times 40) + (15 \times 0,8) = 52 \text{ Kcal}$.

Figura 9 – Cálculo do metabolismo

INFORMAÇÕES - MÉTODO LEHMANN

O cálculo do metabolismo segundo o Método Lehmann é feito de acordo com a tabela abaixo:

POSIÇÃO DO CORPO		Kcal por tempo	
		1 minuto	1 hora
Deitado / Sentado		0,4	20
De pé		0,8	40
Andando		2,4	120
Subindo		5	250
CLASSE DE TRABALHO		Kcal por tempo	
		1 minuto	1 hora
Manual	Fácil	0,5	25
	Difícil	1	50
Membros superiores	Fácil	1,5	75
	Difícil	2,5	125
Todo o corpo	Fácil	4	200
	Ligeiro	6	300
	Difícil	8	400
	Muito difícil	10	500

Metabolismo = Metabolismo Posição + Metabolismo Classe

Observa-se que o valor do metabolismo em 1 hora é diferente do metabolismo em 1 minuto multiplicado por 60.

Devido ao fator descrito acima, o cálculo do metabolismo utilizado no software é feito da seguinte forma:

Para valores de tempo abaixo de 60 minutos, o software multiplica o tempo em minutos pelo metabolismo em 1 minuto.

Para valores de tempo a partir de 1 hora, o software multiplica o tempo em horas pelo metabolismo em 1 hora e o tempo em minutos pelo metabolismo em 1 minuto.

EXEMPLO:

Considerando a posição do corpo "De pé" por 20 minutos: $\text{Metabolismo Posição} = 20 \times 0,8 = 16 \text{ Kcal}$

Já para a posição do corpo "De pé" por 1 hora e 15 minutos: $\text{Metabolismo Posição} = 1 \times 40 + 15 \times 0,8 = 52 \text{ Kcal}$

Fonte: Ergolândia, 2024.

O método considera que o metabolismo por hora não é simplesmente uma multiplicação direta do valor por minuto por 60, devido às diferenças nos fatores que influenciam o gasto energético ao longo de períodos prolongados de trabalho. Assim, o cálculo é ajustado para refletir adequadamente as demandas reais de energia.

Na prática, o Método Lehmann é utilizado em análises ergonômicas para planejar tarefas e ajustar condições de trabalho em função do gasto energético estimado. Ele é especialmente útil em atividades que envolvem esforço físico contínuo, permitindo que as empresas gerenciem a carga de trabalho e implementem pausas estratégicas para evitar fadiga excessiva e garantir o bem-estar dos trabalhadores.

2.4.8 Método plibel

O método PLIBEL (*CheckList* de Identificação de Problemas Ergonômicos), desenvolvido por Kuorinka em 1987, é uma ferramenta amplamente utilizada para a identificação de riscos ergonômicos no ambiente de trabalho. Ele se baseia em um

checklist estruturado que abrange diferentes aspectos do trabalho, permitindo uma análise abrangente e sistemática de fatores que podem impactar negativamente a saúde e o bem-estar dos trabalhadores (Kuorinka *et al.*, 1987).

Este método, de acordo com o que aponta a figura 10, avalia riscos organizacionais e ambientais, dividindo os fatores de análise em categorias específicas, como intervalos e pausas, autonomia no trabalho, demanda psicológica, situações imprevistas e condições ambientais (temperatura, corrente de ar, ruído, iluminação inadequada e vibração). Cada item do checklist deve ser preenchido com base nas observações diretas e informações coletadas durante a avaliação, permitindo que os analistas identifiquem rapidamente áreas de atenção.

Figura 10 – Questionário PLIBEL

Fonte: Ergolândia, 2024.

O método é particularmente útil em ambientes industriais e de serviços, onde há uma combinação de fatores físicos, organizacionais e ambientais que afetam a ergonomia e a saúde ocupacional. O PLIBEL é utilizado para identificar situações de risco que podem requerer intervenções, como ajustes no *layout* do trabalho, melhorias na iluminação, controle de ruídos ou reestruturação das pausas e tempos de descanso.

A abordagem do método é prática e acessível, o que o torna amplamente utilizado em análises ergonômicas preliminares. A simplicidade do checklist permite que ele seja aplicado por diferentes profissionais, como ergonomistas, engenheiros

de produção ou técnicos em segurança do trabalho. A classificação das condições ambientais, ilustrada na imagem, enfatiza a necessidade de adaptar o local de trabalho às condições humanas, reduzindo o impacto de fatores adversos e promovendo a segurança e o conforto. O método PLIBEL é uma ferramenta essencial para a gestão de riscos ergonômicos e melhoria das condições de trabalho.

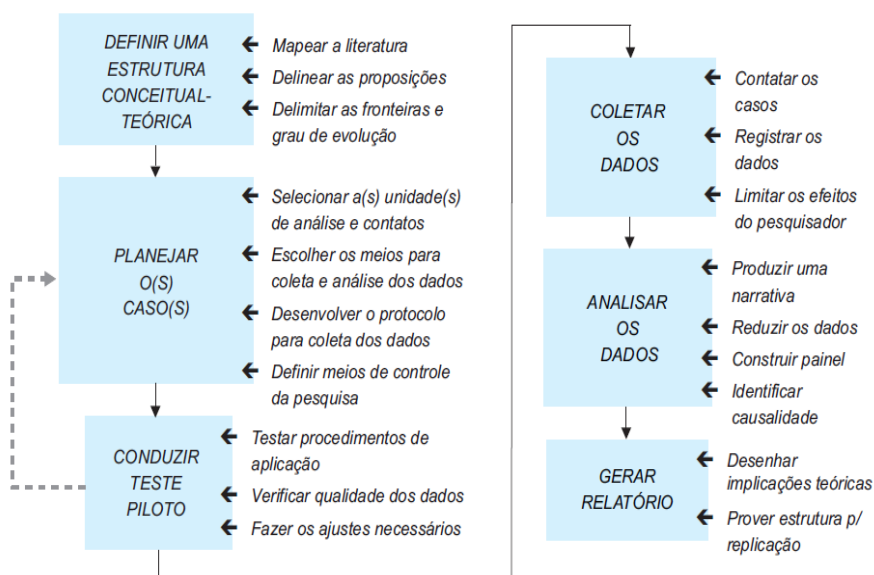
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 TIPO DE PESQUISA

O estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa com objetivos descritivos e propositivos, utilizando uma abordagem quali-quantitativa, conduzida por meio de um método de estudo de caso. De acordo com Lakatos e Marconi (2021), a pesquisa descritiva tem como finalidade observar e detalhar minuciosamente fenômenos específicos, enquanto a pesquisa propositiva visa sugerir intervenções ou soluções para os problemas levantados. As autoras destacam que "a pesquisa descritiva visa detalhar características de uma realidade específica, enquanto a propositiva propõe soluções práticas para os problemas diagnosticados". Com a definição do tipo de pesquisa, torna-se essencial detalhar as etapas metodológicas que integram o planejamento e execução deste estudo. Creswell e Creswell (2021) abordam a relevância da metodologia mista quali-quantitativa, ressaltando que essa abordagem une a objetividade dos dados quantitativos à profundidade interpretativa dos qualitativos. Essa combinação permite identificar relações estatísticas entre variáveis e explorar experiências, significados e motivações, proporcionando uma análise mais abrangente e rica dos fenômenos.

Neste estudo, optou-se pela metodologia de estudo de caso, fundamentada na figura 11, um fluxograma descrito por Miguel (2007) no artigo "Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução".

Figura 11 – Fluxograma do estudo de caso



Fonte: Miguel, 2007.

Essa estrutura metodológica apresentada no estudo orientou todas as fases da pesquisa, permitindo a avaliação ergonômica do posto de trabalho de um soldador e a identificação das principais demandas físicas e cognitivas associadas à atividade.

3.2 ESTRUTURA CONCEITUAL-TEÓRICA

No livro de Wisner (1987), o autor enfatiza a relevância da observação direta como um método fundamental para a análise ergonômica, permitindo identificar fatores que contribuem para posturas inadequadas e sobrecargas físicas no ambiente de trabalho. Ele defende que a ergonomia deve abordar não apenas as tarefas específicas dos trabalhadores, mas também as condições gerais do ambiente e os padrões de movimentos repetitivos. Essa abordagem sistemática facilita a identificação de problemas ergonômicos e a formulação de soluções práticas para melhorar o bem-estar e a segurança dos trabalhadores.

Assim, a análise realizada no presente estudo, voltada para o operador de solda, alinhou-se aos princípios descritos por Wisner (1987), utilizando a observação como instrumento-chave para compreender as dinâmicas do trabalho e identificar áreas que necessitam de melhorias ergonômicas.

3.3 PLANEJAMENTO, TESTE PILOTO E COLETA DE DADOS

O setor de soldagem foi selecionado por demandar elevado esforço físico e intensa movimentação, o que o tornava ideal para a análise ergonômica. A metodologia adotada envolveu a captura de imagens detalhadas e a observação criteriosa dos movimentos do operador de solda, complementada pelo uso de cronômetros para medir o tempo das atividades realizadas. Esse planejamento visou identificar os momentos de maior exigência física, possibilitando um olhar mais detalhado sobre as condições de trabalho.

Para assegurar a precisão dos dados, foi realizado um teste piloto, onde o processo de observação foi sistematicamente organizado. Nesse momento, buscou-se registrar com clareza as atividades do operador e os pontos de maior demanda física. O teste piloto foi fundamental para ajustar a coleta de informações, garantindo que os movimentos e posturas fossem devidamente capturados e refletissem a realidade do posto de trabalho.

Realizada no período de 2024, quando se executou, preliminarmente, uma observação primeiramente mais holística do processo, para conhecer melhor do que se tratava e o que podia ser feito. Em um outro momento foi realizado um estudo por verificação direta com todas as operações do soldador do setor em questão. Cada movimento para execução da montagem da porta foi informado sobre os detalhes e objetivos da referida pesquisa, bem como participação do que constaria no estudo.

No sentido de ser realizado um “retrato” das atuais condições de trabalho e estimativa do risco procedeu-se à aplicação de métodos de análise ergonômica nos postos de trabalho das atividades realizadas. Assim, para a análise do trabalho foi utilizado como instrumento de coleta a observação direta, como forma de obter uma descrição sistemática e cuidadosa das tarefas do posto de trabalho, das ações técnicas e comportamento do trabalhador, bem como das condições de trabalho direta ou indiretamente relacionadas com essa atividade.

Posteriormente, estabeleceu-se o ciclo de trabalho e as tarefas elementares que o compõem as ações técnicas através do acompanhamento de todo o processo de soldagem até a entrega da porta para o próximo setor. Para esta análise da atividade foram utilizadas filmagens e fotografias dos operadores da linha desenvolvendo as suas tarefas, em seguida, foi realizada a Análise Ergonômica do Trabalho.

3.3.1 Escolha da empresa

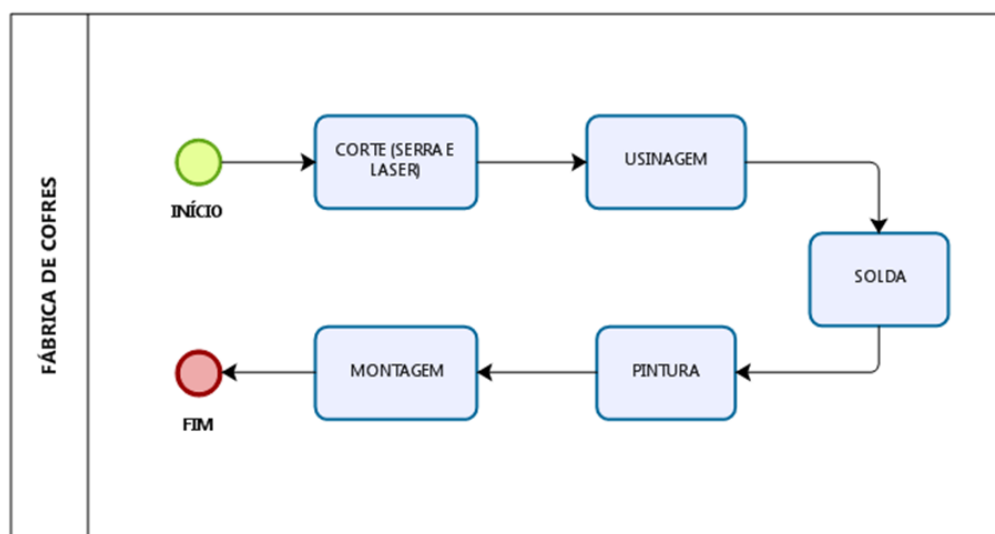
A seleção da empresa deve-se ao fato da disponibilidade para a realização do estudo e apresentar interesse na abordagem ergonômica. O estudo concentrou-se na linha de solda, que é uma área de foco para melhorias por ter sido causadora de gargalos e por ser composta de atividades intensas, que exigem do físico e do mental do operador. Com o consentimento da empresa, as atividades foram iniciadas, considerando as demandas ergonômicas e o impacto no fluxo produtivo.

Este estudo foi realizado em uma indústria localizada em Manaus, na região Norte do Brasil, que se dedica à produção e comercialização de cofres. A empresa confia em seus operadores para executar uma ampla gama de serviços em setores diversos, como construção, logística, transportes, manutenção, eletrônica, saúde e segurança. A organização dos serviços de segurança e saúde no trabalho da empresa segue o previsto na Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro, alterada e republicada pela Lei n.º 3/2014, de 28 de janeiro. De acordo com esta legislação, a empresa adota

serviços internos para a Segurança no Trabalho e utiliza serviços externos para a Medicina do Trabalho.

O processo de fabricação da empresa integra matérias-primas como barras de ferro e chapas de aço. A figura 12 representa o fluxograma do processo de elaboração da estrutura do cofre com suas respectivas etapas:

Figura 12 – Fluxograma da fábrica de cofres



Fonte: Autor, 2024.

3.3.2 Situação de análise

A análise da empresa pelo setor de Engenharia Industrial evidenciou a necessidade de ajustes operacionais e ergonômicos no setor de solda para a fabricação de portas. Foi observada uma leve discrepância entre o tempo de operação do posto de preparação e os dois postos de preenchimento, onde a solda final é realizada. Essa diferença causa a falta de portas preparadas para o preenchimento, o que exige que o soldador antecipe algumas tarefas de preparação, prejudicando a eficiência global do processo. Além da questão de fluxo, o ambiente de trabalho também apresenta desafios ergonômicos que afetam a saúde e o desempenho dos operadores, sugerindo a necessidade de melhorias.

Os problemas ergonômicos mais evidentes incluem as posturas inadequadas que o operador assume ao inclinar-se ou girar o tronco para alcançar ferramentas e realizar soldagens, aumentando o risco de lesões osteomusculares. Essas posturas repetitivas causam desgaste físico ao longo do tempo e comprometem a saúde do trabalhador. Desta forma, se faz necessário ajustes no posto de trabalho para permitir

que o operador mantenha posturas mais neutras, minimizando sobrecargas musculares e prevenindo lesões.

Outro aspecto crítico é a alocação dos materiais e equipamentos, como máscaras e gabaritos, que leva a movimentos repetitivos e de grande amplitude. A falta de balanceamento das atividades também contribui para um ritmo desigual, aumentando o estresse e comprometendo a produtividade. O ajuste nos tempos de ciclo e uma reorganização do *layout* seriam interessantes para proporcionar um fluxo mais equilibrado, permitindo pausas adequadas e promovendo uma carga de trabalho mais constante. Este presente estudo demonstra a importância de uma abordagem integrada entre engenharia industrial e ergonomia, impactando positivamente tanto a saúde dos operadores quanto o desempenho organizacional, destacando a relevância do alinhamento ergonômico para melhorar a qualidade do trabalho e a eficiência do processo de soldagem de portas.

3.3.3 Necessidades do processo de solda porta

Devido à natureza da atividade de soldagem e aos riscos associados, o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) é obrigatório para garantir a segurança do operador. Na figura 13 estão representados os principais EPIs necessários e suas funções específicas para essa área de trabalho, sendo:

- Avental de proteção: protege o tronco e as pernas contra respingos de metal quente e faíscas, que são comuns no processo de solda porta;
- Óculos de proteção: evitam a exposição dos olhos à radiação intensa gerada pela solda, além de proteger contra partículas e detritos que possam ser lançados durante o processo;
- Luva resistente ao calor: protege as mãos contra o calor extremo da chapa do cofre e respingos de metal, permitindo ao operador manusear as peças com segurança;
- Bota de segurança: protege os pés contra quedas de materiais pesados, faíscas e respingos de metal, além de oferecer aderência em superfícies potencialmente escorregadias;
- Mangote de proteção: cobre e protege os braços contra faíscas e o calor gerado pela soldagem, minimizando o risco de queimaduras;
- Protetor auricular: reduz a exposição ao ruído elevado, característico no setor devido ao manuseio de aço, prevenindo danos auditivos ao operador;

- Máscara respiratória: filtra os gases protegendo as vias respiratórias contra inalação de substâncias nocivas.

Figura 13 – Equipamentos de proteção individual

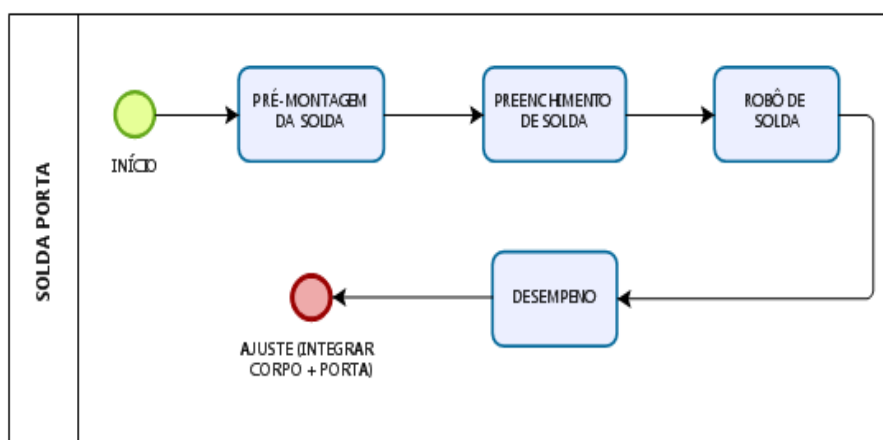


Fonte: Autor, 2024

Os EPIs são essenciais no ambiente de soldagem, pois cada item protege o operador contra riscos térmicos, mecânicos e químicos, promovendo um ambiente de trabalho seguro.

Segundo Ribeiro e Silva (2021), uma análise ergonômica eficaz deve começar pela observação direta das atividades realizadas, seguida pela aplicação de ferramentas que ajustem o posto de trabalho às demandas físicas e cognitivas do operador. Assim, métodos ergonômicos demandam uma compreensão detalhada do processo produtivo. Nesse sentido, analisou-se o *layout* da linha de solda de portas, permitindo uma avaliação precisa das etapas de soldagem, montagem e do procedimento de “desempeno” que alinha as chapas para garantir uma superfície reta. Na figura 14, é possível observar um fluxograma que detalha esse *processo*.”.

Figura 14 – Fluxograma do processo da porta



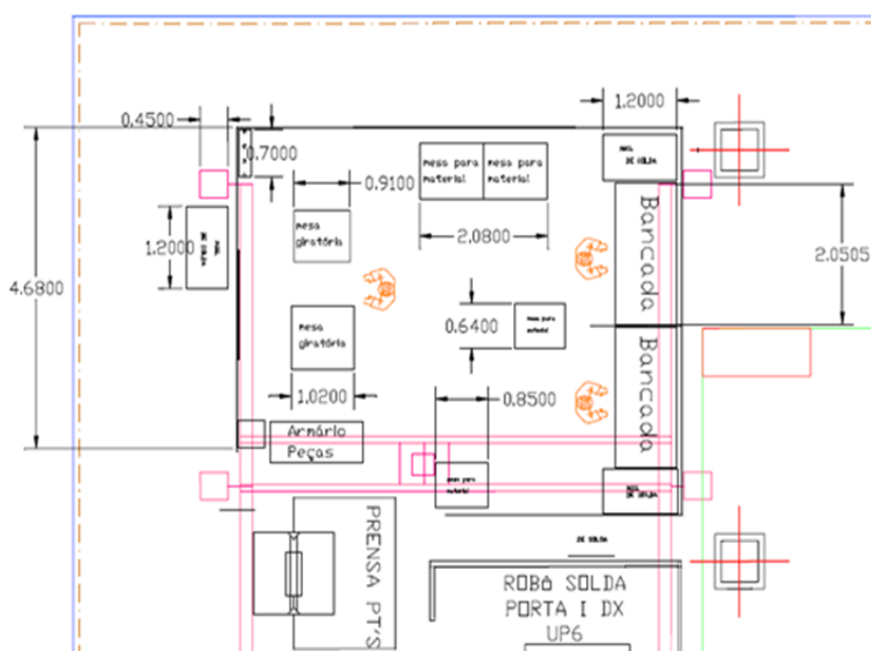
Fonte: Autor, 2024

Foi verificado que no setor estudado, trabalham 3 soldadores, 1 operador e 1 robô. No setor de solda, o objetivo principal é preparar a porta soldada e pronta para ser integrada ao corpo do cofre.

O fluxo de trabalho inicia-se com o recebimento e alocação do material na área de pré-montagem da solda, foco central deste estudo. Nessa etapa, ocorre a pré-montagem da porta, conduzida por um soldador responsável por posicionar os componentes da porta e aplicar pontos de solda iniciais. Esses pontos garantem que a estrutura básica da porta esteja firme para o processo de soldagem completo.

Após essa etapa, um segundo soldador transporta o material para a próxima fase, onde é realizado o preenchimento total da solda. Nesse momento, são soldadas também as áreas de difícil acesso para o robô de solda, assegurando que toda a estrutura da porta esteja bem fixada. Em seguida, o robô de solda é acionado para trabalhar nas partes mais amplas e de fácil acesso da porta. A precisão do robô permite uma soldagem constante e uniforme, superando a precisão manual em algumas áreas. Com a soldagem concluída, a porta é encaminhada para o setor de desempenho. Nessa fase, ocorre o ajuste fino do alinhamento da porta, garantindo sua retidão e preparando-a para o processo final de integração. Por fim, a porta segue para a etapa de ajuste, onde é integrada ao corpo do cofre, completando assim o processo do setor de porta. A figura 15 retrata a planta do local em questão.

Figura 15 – Layout do setor de solda porta



Fonte: Autor, 2024.

O processo de trabalho no setor de soldagem é organizado de forma que os soldadores de preenchimento auxiliem no posto de preparação sempre que terminam suas atividades, que são executadas em um tempo menor do que as tarefas do soldador responsável pela preparação de solda. Assim, ao final de cada ciclo de preenchimento, os soldadores de preenchimento se deslocam para ajudar na preparação, garantindo que o ritmo de produção seja constante. Para otimizar o fluxo, o setor dispõe de duas mesas de preparação: uma destinada ao operador principal de preparação e outra destinada ao apoio dos soldadores de preenchimento, quando algum deles ou ambos estão ociosos sem porta para preenchimento. Dessa maneira, os dois soldadores de preenchimento podem auxiliar na preparação até que uma nova peça esteja pronta para a soldagem. Quando uma porta é preparada, os soldadores de preenchimento retornam à sua função original, retomando o ciclo de soldagem. Esse modelo de trabalho, com dois postos de preparação, permite que os operadores de preenchimento aproveitem o tempo disponível para apoiar o soldador de preparação, mantendo o processo contínuo e eficiente.

O processo de solda é dividido em duas áreas: solda de partes e solda de portas. Na área de solda de portas, o processo se inicia com a chegada do material da chapa base da porta, que é transportada por uma empilhadeira. Ao chegar ao local, a chapa é colocada, por meio de um magnético, sobre a mesa de soldagem, onde ocorre a montagem da primeira parte da porta. Em seguida, a segunda chapa da porta é coletada e encaixada na base da porta já mencionada. O próximo passo envolve uma prensa, onde presilhas de compressão, ajustadas à força pelo operador, fixam a chapa na posição correta. Este processo garante a precisão e a qualidade necessárias para a produção de cofres seguros e robustos, atendendo às exigências do mercado.

3.3.4 Descrição da atividade

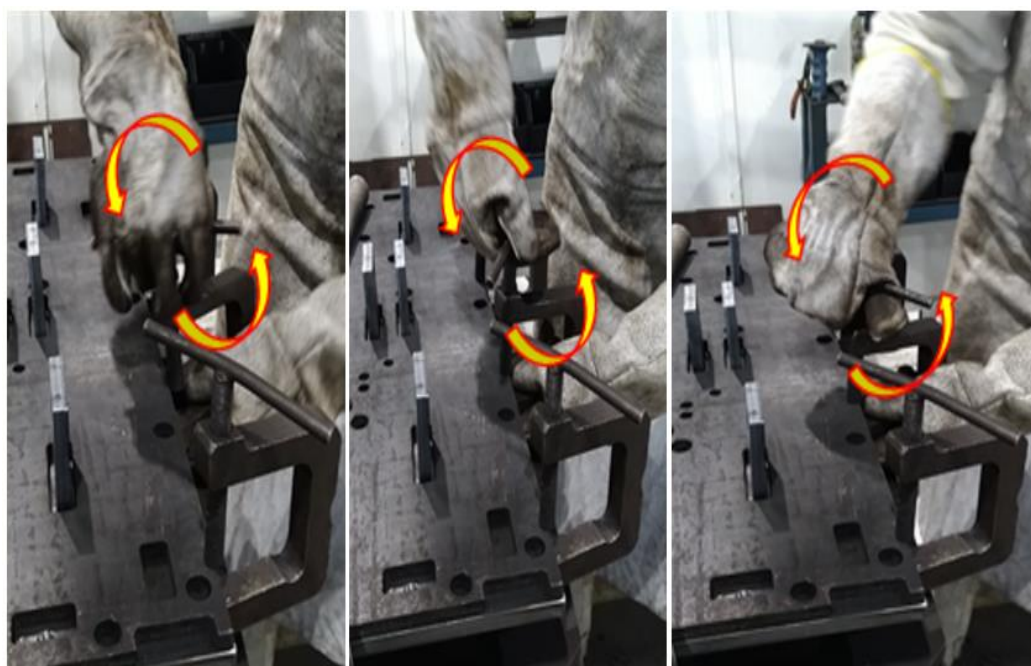
O posto de trabalho analisado envolveu uma sequência de atividades realizadas pelo operador com foco na montagem de portas, demandando esforços físicos, manipulação de ferramentas e materiais. Inicialmente, o operador desloca-se até a mesa que armazena a chapa base da porta, utilizando um magnético para pegar a chapa e posicioná-la na mesa de montagem giratória. Após isso, guarda a talha com ímã e realiza a pega de mancais no nível intermediário do armário de peças e do carro de transporte, posicionando-os sobre a chapa. Em seguida, o operador pega e posiciona o molde sobre a chapa na mesa de montagem, aplicando selante nos

espaços específicos. Após a aplicação, retira o molde e o guarda, pega a segunda chapa com a talha e a posiciona sobre a anterior na mesa de montagem, concluindo com a retirada da talha. O operador utiliza uma marreta para ajustar os encaixes dos mancais na chapa e realiza o encaixe de duas molduras laterais, uma por vez, com a ajuda da mesma ferramenta.

Posteriormente, o operador pega as travas e as posiciona sobre as chapas na mesa de montagem, utilizando presilhas para fixação. Sob o ponto de vista ergonômico, por esta ser uma atividade com demanda física mais acentuada, foi feita uma análise em cima dessa operação em específico. Essa atividade é realizada antes dos "pontamentos" de solda. O operador utiliza 15 "presilhas de contenção" (sargentos) para prender a chapa base da porta à chapa secundária. Essa tarefa demanda esforço significativo, ocasionando desgaste no pulso do operador durante cada instalação.

O processo de fixação exige que o operador realize encaixes e ajustes das presilhas ao redor da chapa, apertando-as firmemente. A execução dessa atividade demanda flexão de cotovelo direito, rotação do antebraço em pronação direita, estabilização do antebraço esquerdo em supinação, preensão palmar direita com torque e preensão pulpar esquerda para estabilizar a presilha. Na figura 16, é demonstrado o movimento necessário para fixar a presilha.

Figura 16 – Rotação do pulso



Já na figura 17, apresenta-se o resultado, mostrando como todas as presilhas devem estar distribuídas ao redor da chapa. Essas imagens destacam os principais aspectos ergonômicos críticos desse processo.

Figura 17 – Prensa pela presilha de fixação



Fonte: Autor, 2024.

Diante disso, o operador segue para o restante da montagem da porta. Faz o processo de inserir pinos nos eixos das chapas, encaixa molduras inferiores e superiores, e alinha as peças inserindo eixos nos lados da montagem. As travas de contenção são posicionadas nas molduras, e o alinhamento final das placas é realizado com a marreta. Após isso, o operador aplica antirrespingo sobre a porta pré-montada na mesa giratória. Por fim, o soldador realiza uma etapa que exige análise ergonômica detalhada devido à demanda física e postura associada ao trabalho: o “pontamento” de solda na porta. A análise será apresentada a seguir, considerando os fatores críticos identificados.

3.3.4.1 *Encaixe do molde*

A figura 18 retrata a etapa inicial para o “pontamento” de solda que consiste na realização da batida de encaixe nos pontos do molde que serão soldados. Sob a perspectiva ergonômica, os pontos destacados em amarelo indicam uma maior

demanda física, ocorrendo principalmente onde há flexão do cotovelo direito, flexão associada à pronação do cotovelo esquerdo e preensão pulpar esquerda. Além disso, é necessária a preensão palmar direita para garantir estabilidade durante a atividade. Os pontos em amarelo destacam essas exigências posturais.

Figura 18 – Encaixe do molde



Fonte: Autor, 2024.

3.3.4.2 Laterais da porta

Após o encaixe do molde, inicia-se a soldagem das laterais da porta, dividida em duas partes. Na primeira etapa, observa-se na figura 19 a flexão do cotovelo direito e a preensão palmar direita, utilizadas para segurar a ponta da máquina de solda.

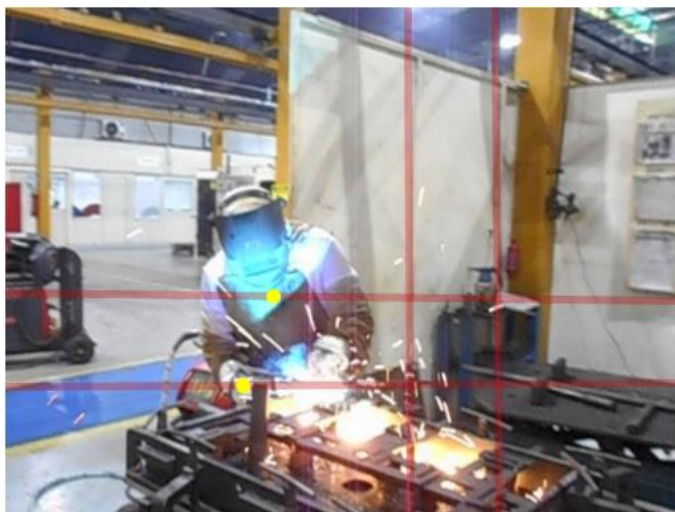
Figura 19 – Flexão do cotovelo



Fonte: Autor, 2024.

Já na figura 20, além desses movimentos, nota-se uma leve flexão de tronco, realizada pelo operador para ajustar o ângulo de trabalho.

Figura 20 – Flexão de tronco



Fonte: Autor, 2024.

3.3.4.3 *Extremidades da porta*

Nesta etapa, a porta é reposicionada sobre a mesa giratória para a soldagem das laterais do lado oposto, novamente em duas partes. Na figura 21, atividade requer flexão do ombro esquerdo, flexão do cotovelo esquerdo e preensão palmar esquerda. Na figura 22, as demandas incluem flexão dos cotovelos, preensão palmar bilateral e uma leve flexão do tronco com inclinação para a direita.

Figura 21 – Flexão do ombro esquerdo



Fonte: Autor, 2024.

Figura 22 – Flexão do tronco



Fonte: Autor, 2024.

3.3.4.4 Solda dos mancais

Realiza-se a soldagem dos 10 mancais da porta, um por vez. Durante essa atividade, como indicado na figura 23, há uma demanda acentuada de flexão cervical para observar a solda, flexão do cotovelo direito e preensão palmar direita. Além disso, ao ajustar o ângulo de soldagem, ocorre abdução do ombro direito, flexão do punho direito e preensão palmar direita para segurar a tocha de soldagem, mantendo o controle necessário para a execução precisa do trabalho.

Figura 23 – Solda dos mancais



Fonte: Autor, 2024

3.3.4.5 Molde superior

O molde superior da porta é retirado e é realocado na bancada de suporte para a próxima porta. A visualização da figura 24 permite perceber que durante a primeira etapa, ao pegar o molde, há demanda de flexão de ombro direito, flexão de cotovelo direito e preensão palmar direita, além de flexão cervical, flexão de cotovelos e preensão pulpar bilateral. No momento de guardar o molde, observado na figura 25, exige-se flexão de ombro direito, extensão associada à pronação do cotovelo direito e preensão palmar direita.

Figura 24 – Pega do molde



Fonte: Autor, 2024.

Figura 25 – Guardar molde



Fonte: Autor, 2024.

3.3.4.6 Molde das peças internas

Coleta-se o molde e realiza-se o transporte até a mesa da porta, posicionando-o sobre as peças internas na mesa de montagem. Inicialmente, na figura 26, há demanda de flexão de ombro esquerdo, extensão de cotovelo esquerdo e discreta flexão de tronco para o alcance da estrutura, além de flexão cervical, flexão associada à pronação dos cotovelos e preensão palmar direita. Na etapa seguinte, conforme destacado pelos pontos amarelos na figura 27, observa-se demanda de flexão cervical, flexão de cotovelo direito, desvio ulnar do punho direito e preensão palmar direita.

Figura 26 – Pega do molde



Fonte: Autor, 2024.

Figura 27 – Posicionar molde



Fonte: Autor, 2024.

3.3.4.7 Pontos de solda

Conforme a figura 28, realiza-se a verificação dos locais a serem soldados conforme o molde, seguida da soldagem de todos os pontos necessários na região inferior da porta.

Os pontos amarelos destacam um esforço ergonômico acentuado exigido para a melhor performance de solda, com demandas de flexão cervical, flexão de ambos os cotovelos e preensão palmar direita.

Figura 28 – Pontear com solda



Fonte: Autor, 2024.

3.3.4.8 Guardar molde

O molde inferior é retirado e realiza-se o armazenamento na bancada de suporte, apresentando diferentes demandas ergonômicas ao longo da atividade. Inicialmente, apresentado na figura 29, há flexão de cervical, flexão de cotovelo direito e preensão palmar direita para iniciar a retirada do molde.

Na sequência, demonstrado na figura 30, ocorre flexão de ombro direito, discreta flexão associada à pronação de cotovelo direito, preensão palmar direita e preensão pulpar esquerda durante o manuseio e posicionamento do molde na bancada, após isso é observado uma leve flexão de cotovelo esquerdo para o ajuste final ao guardar o molde na bancada de suporte.

Figura 29 – Retirar molde



Fonte: Autor, 2024.

Figura 30 – Cotovelo direito



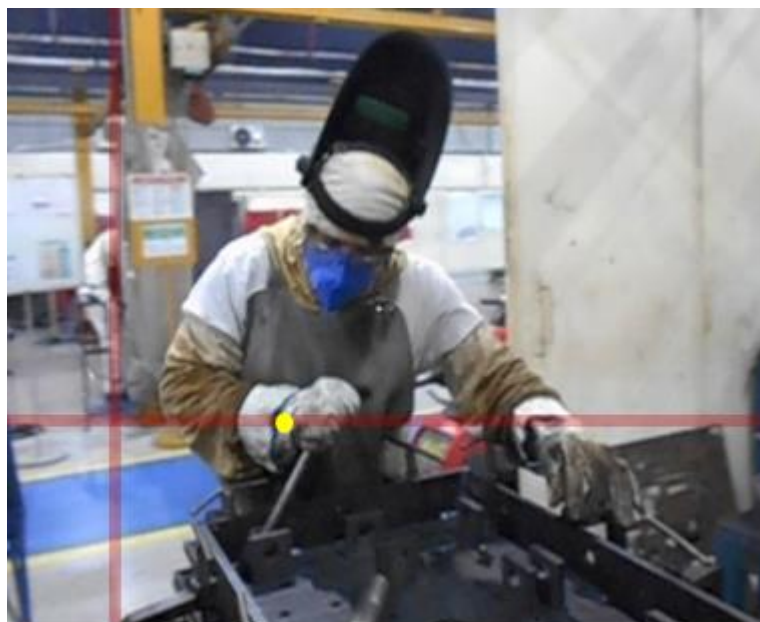
Fonte: Autor, 2024.

3.3.4.9 *Checagem final*

De acordo com a figura 31, é realizada a raspagem das rebarbas na porta utilizando uma lima, apresentando demandas ergonômicas específicas. Durante a atividade, observa-se rotação de cervical à direita, flexão de cotovelo direito e preensão palmar direita, seguidas de flexão contínua do cotovelo direito e manutenção

da preensão palmar direita para completar o processo. Para entregar a porta pré-montada ao próximo posto, o de preenchimento, é necessário realizar verificações e observações finais do material. Na inspeção visual da porta pré-montada, ainda sobre a mesa de montagem, há demandas de flexão de cervical, flexão de cotovelos e preensão pulpar bilateral.

Figura 31 – Checagem final



Fonte: Autor, 2024.

3.4 ANÁLISE E RELATÓRIO

A análise dos dados foi realizada por meio do *software* Ergolândia, que proporcionou um diagnóstico completo das condições ergonômicas do processo. Esse *software* permitiu identificar, de forma detalhada, as principais demandas físicas e mentais do operador, além de mapear os pontos de maior desgaste e estresse corporal. A partir dos dados coletados e processados, foi possível avaliar as posturas adotadas pelo trabalhador e compará-las com parâmetros ergonômicos estabelecidos, identificando assim as áreas que necessitavam de melhorias.

3.4.1 Processo preparação da solda manual

Verificou-se que a atividade prescrita para os operadores da linha de montagem sob análise era operar nas atividades de soldagem a ponto, verificar conformidade das peças, a fim de assegurar a qualidade do produto e contribuir para

o bom andamento do processo, sendo estes: montar chapas; apertar com grampos; posicionar mancais colocar molduras; além de realizar diariamente limpeza da área, equipamentos e ferramentas

Os quadros 1 e 2 apresentam os condicionantes organizacionais e cognitivos identificados durante a análise do ambiente de trabalho dos operadores. Os condicionantes organizacionais refletem fatores externos e estruturais da empresa que impactam o bem-estar e a dinâmica de trabalho, enquanto os condicionantes cognitivos destacam as responsabilidades técnicas e demandas mentais associadas às tarefas executadas. Esses aspectos influenciam diretamente tanto a eficiência operacional quanto a saúde física e mental dos operadores.

Quadro 1 – Condicionantes organizacionais

Condicionantes Organizacionais		
	Condicionantes	Impactos
1	Insegurança em relação à demanda de produtos	Pressão psicológica, saúde emocional comprometida por meio de um ambiente incerto
2	Ausência de sistema de rodízio operadores	Desgaste físico e mental devido à repetitividade da função

Fonte: Autor, 2024

Quadro 2 – Condicionantes cognitivas

Condicionantes Cognitivas		
	Condicionantes	Impactos
1	Responsabilidade pela inspeção detalhada do produto	Exigência de conhecimento técnico e destreza manual da função encarregada.
2	Adesão aos procedimentos documentados	Exige uma boa interpretação dos documentos e normas

Fonte: Autor, 2024

Para padronizar e facilitar o trabalho, a empresa emprega uma gestão visual que inclui instruções operacionais padronizadas, SOP (*Standard Operating Procedure*). Feita pela engenharia e aprovada pelo supervisor, a instrução normativa descreve cada etapa essencial para a conclusão da atividade.

Figura 32 – Exemplo de SOP.

FOLHA DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO		N°	PÁGINA:
		IN.04.4026	01/12
PRODUTO:	TODOS OS MODELOS		REVISÃO:
			09
PROCESSO:	PREPARAÇÃO DA PORTA - SOLDA MANUAL COM CDP		DATA:
			04/05/2020
RECURSO VISUAL - ILUSTRATIVO		PROCESSO	
		<ol style="list-style-type: none"> 1- Identificar na planilha de SEQUÊNCIA DE PRODUÇÃO o modelo a produzir e pegar no cabide de DESENHOS DO COFRES o desenho verificando o código 74.8XX.XXXXX.X e com a auxílio da planilha de Lista de Controle de DISPOSITIVO SOLDA DA PORTA verificar o número do dispositivo; 2- Verificar se todos os componentes foram disponibilizados no armário; 3- Com trapo limpar a chapa usinada; 4- Com auxílio da talha e magnético posicionar a chapa da porta na mesa de solda, limpar a superfície da chapa com ar comprimido; 5- Posicionar a máscara de aplicação de selante conforme planilha de CONTROLE DE MÁSCARA DE SELANTE e fazer sua aplicação na chapa e atentar a parte de segurança quando da troca do selante e uso conforme IN 04.4179 página 3/3; 6- Posicionar os mancais sempre verificando se estão faceados na chapa da porta; 7- Posicionar CDP na chapa da porta, com auxílio de pino guia; 	
		VERIFICAÇÕES IMPORTANTES	
		<ol style="list-style-type: none"> 1- Conferir se todos os componentes foram posicionados de acordo com o desenho; 2- Não liberar as peças com solda alta, para não gerar problema na montagem; 3- Utilizar sempre as molduras laterais desempenadas; 	
ELABORADO: xxx (Eng. Industrial)		REVISADO/APROVADO: xxx	

Fonte: Instrução de trabalho, 2024.

Essa abordagem não só facilita a compreensão das atividades pelos operadores, como também assegura a uniformidade das ações, essencial para a consistência do processo. A fábrica utiliza sinalizadores de produção, incluindo indicadores de desempenho e rastreadores para monitorar o andamento de cada etapa, proporcionando uma visão clara do fluxo de trabalho. A cultura organizacional incorpora fortemente os princípios do 5S, aplicando-os no setor de soldagem, onde áreas são delimitadas e os materiais organizados de maneira otimizada para manter um ambiente funcional e eficiente. A exibição visual das instruções é fundamental, como descreve Guimarães (2017), ao destacar a importância dessa prática na indústria metalúrgica, onde a automação demanda alta performance e adaptação ao ritmo das máquinas. No caso dos operadores analisados, eles sincronizam suas ações com o ciclo de produção, o que permite breves pausas entre os ciclos, reduzindo o esforço físico contínuo e promovendo um ambiente de trabalho mais equilibrado e sustentável.

3.5 APLICAÇÃO DO SOFTWARE ERGOLÂNDIA

Para a análise ergonômica do posto de trabalho de solda, foi utilizado o *software* Ergolândia. O principal objetivo foi avaliar as posturas adotadas pelos operadores durante suas atividades e identificar os pontos de maior exigência física e desgaste.

Os dados foram coletados por meio de observações diretas e imagens, que serviram como base para a análise no programa. O Ergolândia exigia o preenchimento manual de informações sobre as posturas e o nível de esforço físico necessário em cada tarefa. Isso ajudou a destacar os principais fatores de desgaste físico enfrentados pelos operadores de solda.

O uso do aplicativo através do computador apresentou alguns desafios. Foi necessário ser bastante preciso ao observar e preencher as informações, garantindo que a análise refletisse fielmente o ambiente de trabalho. Apesar dessas dificuldades, o *software* foi fundamental para gerar relatórios detalhados que permitiram uma visão mais clara dos problemas ergonômicos. Esses relatórios auxiliaram na identificação de oportunidades para melhorar a ergonomia e reduzir o esforço físico dos operadores de solda.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo de caso seguiu as etapas metodológicas descritas anteriormente, visando atender aos objetivos propostos. A escolha do setor de solda de portas para a análise ergonômica baseou-se em fatores como a alta demanda física e postural das atividades. O setor mostrou-se relevante devido à complexidade do processo de soldagem, foi detalhado o funcionamento do processo de soldagem, que demandou uma análise criteriosa das posturas e movimentos envolvidos. Neste capítulo, os resultados serão apresentados e discutidos, com foco nos aspectos ergonômicos mais críticos. A avaliação ergonômica aborda riscos, fornecendo subsídios para melhorias.

4.1 DESEMPENHO ERGONÔMICO DAS PRESILHAS DE CONTENÇÃO

A avaliação ergonômica da atividade de encaixe, rotação e fixação das presilhas foi realizada utilizando a plataforma Ergolândia, que permitiu uma análise detalhada das condições do posto com base em métodos. A ferramenta ofereceu uma perspectiva complementar, fornecendo dados relevantes para identificar os principais riscos ergonômicos associados à tarefa. Conforme a figura 33, o método *Rapid Upper Limb Assessment* foi empregado para avaliar as posturas dos membros superiores, do tronco e do pescoço durante a execução da atividade. O resultado obtido foi uma pontuação final de 4, que aponta para a necessidade de mudanças no posto de trabalho. Embora essa pontuação não indique um risco extremo, ela sugere que a tarefa demanda ajustes nas condições ergonômicas para melhorar a segurança e o conforto do operador, reduzindo a probabilidade de desconforto a longo prazo.

Figura 33 – Pontuação RULA

The screenshot shows the 'MÉTODO RULA' software interface. At the top, there are radio buttons for selecting body parts for evaluation: Braço, Punho, Pescoço, Pernas, Antebraço, Rotação do Punho, Tronco, and Atividade. Below this, there are buttons for RESULTADO, BANCO DE DADOS, CONTROLE, and INFORMAÇÕES. The main display shows 'PONTUAÇÃO FINAL DO MÉTODO RULA: 4'. Below this is a table with three columns: PONTUAÇÃO, NÍVEL DE AÇÃO, and INTERVENÇÃO. The row for score 3 or 4 is highlighted in yellow.

PONTUAÇÃO	NÍVEL DE AÇÃO	INTERVENÇÃO
1 ou 2	1	Postura aceitável.
3 ou 4	2	Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças.
5 ou 6	3	Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças.
7	4	Devem ser introduzidas mudanças imediatamente.

There is also a 'SALVAR DADOS' button on the right side of the interface.

Fonte: Ergolândia, 2024.

Já o método REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) avaliou a atividade considerando posturas e esforços de todo o corpo. O resultado, indicado na figura 34, foi uma pontuação de 9, classificada como risco alto, o que indica a necessidade de mudanças o quanto antes.

O resultado demonstra que as condições atuais do posto de trabalho são potencialmente prejudiciais ao operador, aumentando o risco de sobrecarga física e lesões musculoesqueléticas, especialmente em função das posturas adotadas e da repetitividade das tarefas realizadas.

Figura 34 – Resultado REBA

ESCOLHA CADA UMA DAS OPÇÕES ABAIXO PARA REALIZAR A AVALIAÇÃO

Pescoço, tronco e pernas Carga Braço, antebraço e punho Pega Atividade

RESULTADO

PONTUAÇÃO FINAL MÉTODO REBA: **9**

PONTUAÇÃO	SIGNIFICADO	INTERVENÇÃO
1	Risco insignificante	Não é necessária
2 ou 3	Risco baixo	Pode ser necessária
4 a 7	Risco médio	Necessária
8 a 10	Risco alto	Necessária o quanto antes
11 ou mais	Risco muito alto	Necessária imediatamente

RESULTADO

SALVAR DADOS

BANCO DE DADOS

CONTROLE

INFORMAÇÕES

Fonte: Ergolândia, 2024.

Por sua vez, o método OCRA (*Occupational Repetitive Actions*) analisou os movimentos repetitivos realizados pelos membros superiores, separando os esforços do lado direito e do lado esquerdo do corpo do operador. Os resultados mostraram que o lado direito do corpo apresentou uma pontuação de 20,9, classificada na faixa vermelha escura, indicando um risco médio. Isso sugere que a mão direita realiza um esforço significativamente maior durante a execução da atividade, sendo um ponto crítico para intervenção.

Em contrapartida, o lado esquerdo obteve uma pontuação de 4,6, que está dentro da faixa verde, indicando que o risco associado a esse lado é aceitável para a atividade em questão. Na figura 35 é possível visualizar alguns desses dados.

Figura 35 – Risco pelo método OCRA

ESCOLHA CADA UMA DAS OPÇÕES PARA REALIZAR A AVALIAÇÃO

Descrição Recuperação Força Fatores Adicionais
 Duração Frequência Postura Inadequada

RESULTADO

	Lado direito:	Lado esquerdo:
Fator Frequência:	6	2
Fator Força:	8	0
Fator Postura:	2	0
Fatores Adicionais:	2	2
Multiplicador de Duração:	1	1
Multiplicador de Recuperação:	1,16	1,16
Pontuação final:	20,9	4,6

PONTUAÇÃO	FAIXA	RISCO
ATÉ 7,5	VERDE	RISCO ACEITÁVEL
7,6 - 11	AMARELA	RISCO MUITO BAIXO
11,1 - 14,0	VERMELHA CLARA	RISCO MÉDIO-BAIXO
14,1 - 22,5	VERMELHA ESCURA	RISCO MÉDIO
≥ 22,6	ROXA	RISCO ALTO

Fonte: Ergolândia, 2024.

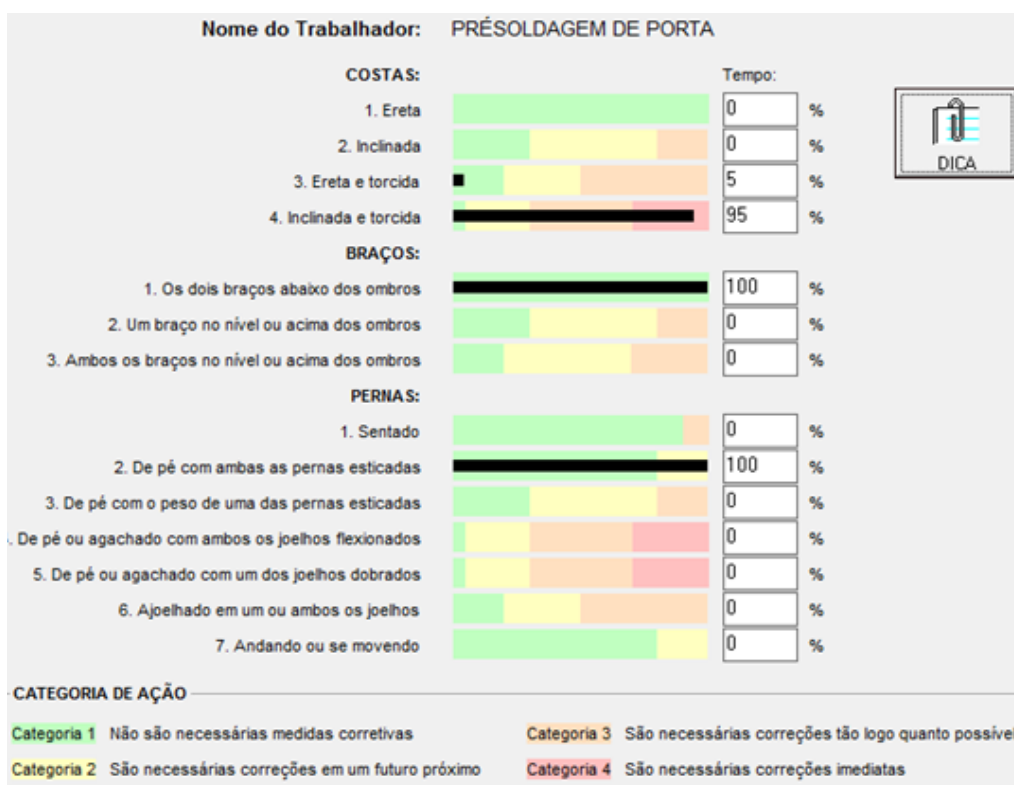
4.2 DESEMPENHO ERGONÔMICO DO PONTEAMENTO DE SOLDA

A análise ergonômica da atividade de “ponteamto” de solda foi conduzida utilizando a plataforma Ergolândia, com a aplicação de métodos consagrados, como OWAS, RULA, REBA, OCRA, TLV HAL, *Checklist* de Couto, Método Lehmann e PLIBEL. Esses métodos ofereceram diferentes perspectivas para avaliar os fatores de risco associados às condições de trabalho no posto de soldagem, permitindo uma análise detalhada e integrada dos aspectos posturais, repetitivos e ambientais.

Ao aplicar a ferramenta OWAS por meio do *software* Ergolândia, foram analisadas 10 tarefas no contexto de avaliação ergonômica. A maioria dessas tarefas apresentou resultados classificados no Nível 2 – “São necessárias correções em um futuro próximo”. O aspecto mais crítico identificado foi o fato de que, em 95% do tempo, as costas permanecem inclinadas e torcidas, resultando em uma classificação de Categoria 4, conforme indicado pela barra de leitura preta do programa.

Esta condição expõe os trabalhadores a riscos significativos. Outro fator ergonômico impactante está relacionado à falta de variação postural, pois a atividade é realizada predominantemente em ortostase (em pé). A figura 36, proporciona um resumo consolidado da análise das 10 atividades realizadas.

Figura 36 – Resumo método OWAS.



Fonte: Ergolândia, 2024

Durante a análise de 10 tarefas utilizando a ferramenta OCRA (*occupational repetitive actionsocra*) no *software* Ergolândia, foi constatada uma predominância no uso do lado direito do corpo do soldador.

O lado direito, por ser a mão dominante do trabalhador, apresentou uma pontuação elevada no valor de 19,4, enquadrando-se na faixa vermelho escura, o que caracteriza um risco médio quase se aproximando no nível alto, relacionando-se com as atividades desempenhadas, como representado pelas informações abordada na figura 37.

Em contrapartida, o lado esquerdo demonstrou menor uso e pontuação, mas ainda apresentou um risco significativo, obtendo uma nota final no valor 12,5 classificado como médio-baixo. Esses resultados achados evidenciam a importância de implementar medidas ergonômicas que promovam um equilíbrio no uso dos dois lados do corpo, minimizando os impactos da sobrecarga unilateral e promovendo mais desempenho ao operador.

Figura 37 – Lados do corpo pelo OCRA.

	Lado direito:	Lado esquerdo:
Fator Frequência:	3	3
Fator Força:	2	0
Fator Postura:	8	4
Fatores Adicionais:	4	4
Multiplicador de Duração:	0,95	0,95
Multiplicador de Recuperação:	1,2	1,2
Pontuação final:	19,4	12,5

PONTUAÇÃO	FAIXA	RISCO
ATÉ 7,5	VERDE	RISCO ACEITÁVEL
7,6 - 11	AMARELA	RISCO MUITO BAIXO
11,1 - 14,0	VERMELHA CLARA	RISCO MÉDIO-BAIXO
14,1 - 22,5	VERMELHA ESCURA	RISCO MÉDIO
≥ 22,6	ROXA	RISCO ALTO

Fonte: Ergolândia, 2024

Por meio da observação das atividades realizadas, foi aplicado o método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) para avaliação ergonômica, com foco na análise detalhada das posturas dos braços, antebraços, punhos, pescoço, tronco e pernas. O estudo também considerou os esforços físicos envolvidos, a frequência dos movimentos executados pelos operadores e a repetitividade das tarefas realizadas no posto de trabalho. Na figura 38, é possível verificar a aplicação do método, que resultou em uma pontuação final de 7, a máxima possível nesse sistema de avaliação, indicando risco muito alto e necessidade de mudanças imediatas. Embora as imagens analisadas não demonstrem claramente o impacto da atividade, é importante destacar que o processo de soldagem exige grande esforço físico e atenção contínua para garantir precisão nos pontos de solda. Essa combinação de esforço físico elevado e alta exigência de concentração torna a atividade cansativa e potencialmente prejudicial, reforçando a importância de intervenções ergonômicas para reduzir os riscos e melhorar as condições de trabalho.

Figura 38 – Pontuação pelo RULA

PONTUAÇÃO FINAL DO MÉTODO RULA: **7**

PONTUAÇÃO	NÍVEL DE AÇÃO	INTERVENÇÃO
1 ou 2	1	Postura aceitável.
3 ou 4	2	Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças.
5 ou 6	3	Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças.
7	4	Devem ser introduzidas mudanças imediatamente.

Fonte: Ergolândia, 2024.

Por meio da análise das virtudes do operador e de seu posicionamento durante as atividades, foi realizado um estudo utilizando o método REBA (*Rapid Entire Body Assessment*). O REBA é uma ferramenta que avalia os riscos ergonômicos associados às posturas corporais, esforço físico, movimentos repetitivos e aplicação de força, considerando os diferentes segmentos do corpo, como tronco, pescoço, membros superiores e inferiores. A avaliação resultou em uma pontuação total de 9, indicando um risco ergonômico classificado como alto, assim como o estudo verificado na figura 39. Esse resultado ressalta a necessidade de intervenção o quanto antes, visando otimizar o processo, reduzir os impactos físicos no operador e minimizar a probabilidade de problemas de saúde relacionados ao trabalho

Figura 39 – Estudo pelo REBA

Nome do trabalhador	PRÉSOLDAGEM DE PORTA		
Empresa	COFRES		
Setor	SOLGAGEM DE PORTA		
Função	SOLDADOR		
Tarefa Executada	PREPARAR COFRES PARA SOLDA		
Pescoço:	> 20 graus	Opcional:	Pescoço rotacionado ou inclinado para o lado
Tronco:	20 a 60 graus	Opcional:	
Pernas:	Suporte nas duas pernas, andando ou sentado	Opcional:	
Carga:	< 5 Kg	Opcional:	Impacto ou força brusca
Punho:	Até 15 graus	Opcional:	Desvio da linha neutra ou rotação
Braço:	Entre 20 e 45 graus	Opcional:	Abdução
Antebraço:	60 a 100 graus	Pega:	Razoável
Atividade1:		Atividade2:	Movimentos repetitivos (mais que 4 x por min.)
Atividade3:		Resultado:	9

Fonte: Ergolândia, 2024.

A aplicação do método TLV HAL (*threshold limit values for hand activity level*) foi fundamental para a análise da demanda física exercida pelas mãos do soldador durante o processo de trabalho. A avaliação revelou, perante os dados apontados pela figura 40 um forte limitador na mão direita, que alcançou uma pontuação nível 2. Essa pontuação, associada a um anteparo com índice de 0,78 na tabela de interpretação, já é considerado um agravante e indica a necessidade de intervenções para melhorar a atividade do ponto de vista ergonômico. Por outro lado, a mão esquerda apresentou uma pontuação de 0,33, um nível que não representa risco significativo, evidenciando que a demanda física nessa mão é bem menor e não exige ajustes urgentes.

Figura 40 – Mão direita e esquerda pelo TLV HAL

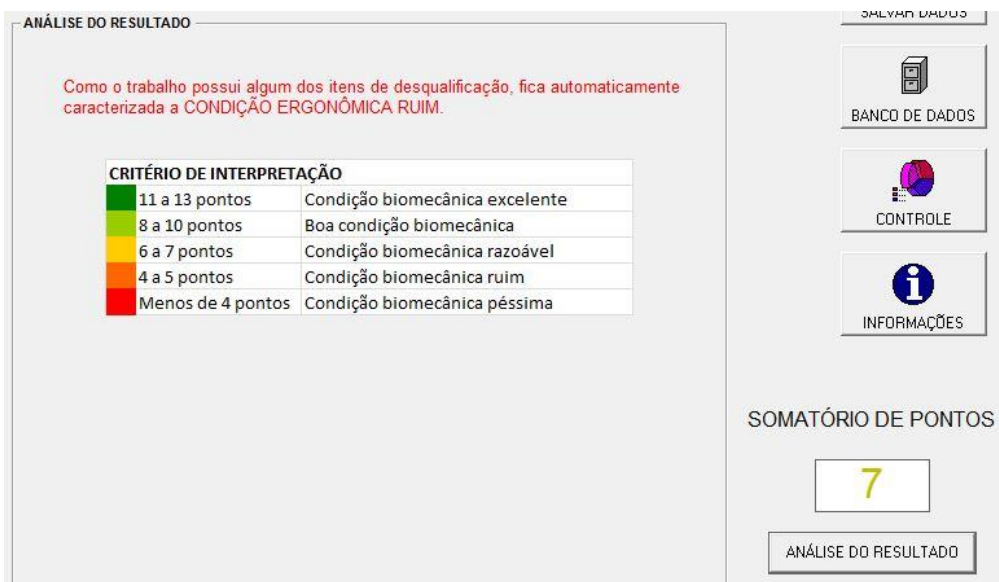
RESULTADO	
Pontuação Mão Direita:	2
INTERPRETAÇÃO DO RESULTADO	
Menor que o Nível de Ação (0,56)	
Entre o Nível de Ação (0,56) e o Valor Limite (0,78)	
Maior que o Valor Limite (0,78)	
Pontuação Mão Esquerda:	0,33
INTERPRETAÇÃO DO RESULTADO	
Menor que o Nível de Ação (0,56)	
Entre o Nível de Ação (0,56) e o Valor Limite (0,78)	
Maior que o Valor Limite (0,78)	

Fonte: Ergolândia, 2024.

A análise utilizando o *Checklist* de Couto, voltada para o foco ergonômico em identificar fatores de risco no ambiente de trabalho, apontou um somatório de 7 pontos, situando-se no critério de 6 a 7 pontos, o que seria classificado como uma condição biomecânica razoável. No entanto, devido à presença de itens de desqualificação registrados no formulário, o ambiente foi automaticamente categorizado como apresentando uma condição ergonômica ruim. Esse resultado evidenciado pela figura 41 que, aponta apesar de alguns aspectos do posto de trabalho apresentarem desempenho aceitável, há fatores específicos que

comprometem significativamente a saúde e a segurança do operador. Portanto, torna-se indispensável a implementação de melhorias no local de trabalho para corrigir essas inadequações.

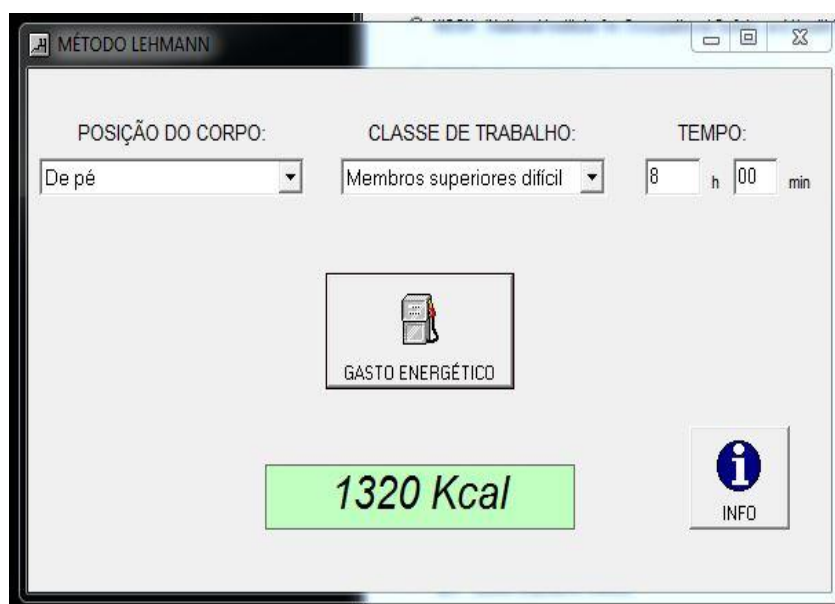
Figura 41 – Somatório de pontos pelo Couto



Fonte: Ergolândia, 2024.

De acordo com a figura 42, a análise do gasto energético foi realizada utilizando o Método Lehmann, considerando uma jornada de trabalho diária já descontadas as pausas para almoço e intervalos. O operador permanece de pé durante a maior parte do tempo, executando funções que exigem esforço contínuo dos membros superiores, em um ambiente com altas temperaturas devido ao calor gerado pelo processo de soldagem, apesar da ventilação fornecida pelos ventiladores. O resultado do método indicou um gasto energético total de 1320 Kcal ao longo do período de trabalho. Segundo especialistas como Grandjean (1998), o gasto energético ideal para um trabalhador em atividades moderadas deve variar entre 1000 e 1500 Kcal por dia, dependendo do tipo de trabalho e das condições ambientais. Um gasto energético elevado, como o identificado, aliado ao ambiente quente, pode aumentar a fadiga e comprometer a performance do soldador, reduzindo a eficiência e aumentando o risco de erros ou lesões. Esse resultado reforça a necessidade de um ambiente mais adaptado às condições térmicas e posturais, além de estratégias para equilibrar o gasto energético do operador,

Figura 42 – Calorias por turno



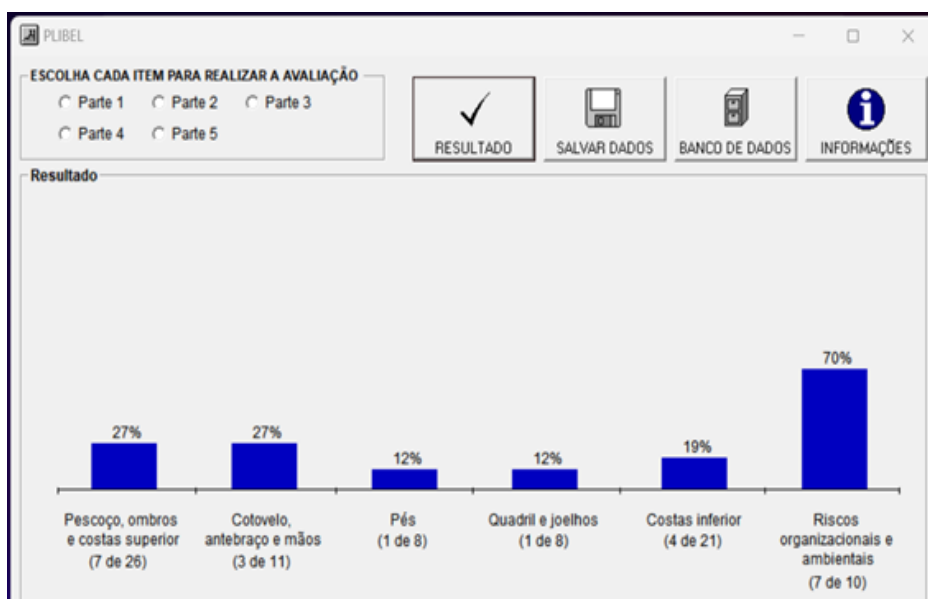
Fonte: Ergolândia, 2024.

Por meio da observação das atividades realizadas no posto de trabalho voltado para o “ponteamto” de portas, foi conduzido um estudo ergonômico utilizando o método PLIBEL, por meio do *software* Ergolândia. O processo envolveu uma avaliação detalhada dos fatores ergonômicos presentes no ambiente, abrangendo aspectos relacionados às posturas dos operadores e aos riscos organizacionais e ambientais.

Os resultados da análise indicam que os maiores riscos estão associados a fatores organizacionais e ambientais, que correspondem a 70% das pontuações de risco. Este resultado reflete problemas como condições inadequadas do ambiente físico ou organizacional, que podem impactar diretamente o bem-estar e a eficiência dos trabalhadores.

Além disso, foram identificados riscos relevantes nas categorias de pescoço, ombros e costas superior (27%) e cotovelo, antebraço e mãos (27%), evidenciando a presença de posturas inadequadas ou esforços repetitivos associados à execução das atividades. Outros fatores, como os relacionados aos pés e ao quadril e joelhos, apresentaram riscos menores (12%), enquanto a região inferior das costas demonstrou um índice moderado (19%). A figura 43 representa um gráfico gerado pelo aplicativo computacional.

Figura 43 – Gráfico PLIBEL



Fonte: Ergolândia, 2024.

5 CONCLUSÃO

A conclusão deste trabalho reforça a ergonomia como um componente essencial para ambientes de trabalho saudáveis, seguros e produtivos, especialmente em setores industriais de alta demanda física, como o de soldagem. A análise evidenciou problemas significativos, como posturas inadequadas e sobrecargas musculares, sendo a tarefa de prender as presilhas na porta um exemplo de atividade particularmente desgastante. Esses problemas destacam a necessidade urgente de intervenções ergonômicas que minimizem os impactos das atividades laborais na saúde dos operadores e, simultaneamente, otimizem a produtividade.

A utilização do *software* Ergolândia destacou-se como um diferencial no estudo, devido à sua aplicação intuitiva e ao aprendizado rápido. A ferramenta facilitou a análise dos processos, permitindo identificar, de forma estruturada, as dificuldades ergonômicas do setor. No entanto, o design e algumas funcionalidades apresentam limitações, sendo pouco claras e, em certos aspectos, ultrapassadas, o que pode dificultar a experiência do usuário.

A adoção de melhorias ergonômicas no ambiente de trabalho representa uma estratégia essencial para reduzir riscos de lesões, melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores e aumentar a eficiência operacional. Entre as propostas destacadas, a implementação de suportes com regulagem de altura busca eliminar flexões cervicais acentuadas, enquanto o uso de balancins reduz o esforço físico ao sustentar ferramentas, promovendo maior precisão nas tarefas. A instalação de mesas pneumáticas otimiza o trabalho com presilhas, diminuindo esforços repetitivos, e o sistema de rodízio de operadores diversifica as atividades, minimizando a monotonia e prevenindo sobrecargas físicas. Além disso, treinamentos que incentivem a alternância no uso das mãos ajudam a equilibrar a carga entre os membros superiores.

A melhoria das condições ergonômicas beneficia diretamente os trabalhadores, reduzindo riscos de lesões e afastamentos, ao mesmo tempo que promove um ambiente de trabalho mais motivador e eficiente. Investir em ergonomia é uma estratégia que une sustentabilidade, competitividade e qualidade no trabalho. Esse ciclo virtuoso fortalece tanto a qualidade de vida dos colaboradores quanto o desempenho empresarial.

5.1 LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

Embora os objetivos tenham sido alcançados, o estudo enfrentou algumas limitações, como a impossibilidade de implementar e avaliar as melhorias propostas durante o período de análise. Além disso, a restrição de tempo e a disponibilidade limitada de colaboradores reduziram o alcance da pesquisa a um único operador.

Para trabalhos futuros, sugere-se implementar as recomendações e realizar análises mais amplas, integrando métodos que considerem variáveis adicionais, como alcance, altura e esforço físico. Também seria relevante avaliar quantitativamente os impactos das soluções sobre a produtividade e a saúde dos operadores, explorando novas tecnologias e a automação de processos para reduzir o esforço manual. Dessa forma, espera-se que estudos futuros ampliem a aplicação das melhorias ergonômicas, consolidando avanços no setor de soldagem e inspirando outras áreas industriais a adotar práticas semelhantes.

REFERÊNCIAS

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). **Threshold Limit Values for Hand Activity Level (HAL)**. Cincinnati: ACGIH, 2001. Disponível em: <https://www.acgih.org>. Acesso em: 20 nov. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA (Abergo). **O que é ergonomia**. Rio de Janeiro, 13 jun. 2021 Disponível em: <https://www.abergo.org.br/o-que-%C3%A9-ergonomia#:~:text=Ergonomia%20%28ou%20fatores%20humanos%29%20%C3%A9%20a%20disciplina%20cient%C3%ADfica,bem-estar%20humano%20e%20o%20desempenho%20geral%20do%20sistema>. Acesso em: 18 jul. 2024

BORTOLOZO, J. G. **Ergonomia aplicada à gestão empresarial**. São Paulo: Ed. Ergopress, 2011.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho: avaliação e prevenção de riscos ocupacionais**. 4. ed. Belo Horizonte: Ergo Editora, 2014.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Pesquisa qualitativa e quantitativa**. 5. ed. São Paulo: Penso, 2021.

FBF SISTEMAS. **ERGOLÂNDIA**. Versão 8.0. Belo Horizonte: FBF Sistemas, 2024. Disponível em: <https://www.fbfsistemas.com/ergonomia.html>. Acesso em: 27 nov. 2024.

Grandjean, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Bookman 1998

Guimarães, M. **Gestão visual e padronização nas operações industriais**. São Paulo: Editora Atlas. 2017.

Hignett, S.; McAtamney, L. Rapid entire body assessment (REBA). *applied ergonomics*, v. 31, n. 2, p. 201-205, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/s0003-6870(99)00039-3) Acesso em: 20 nov. 2024.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1990.

KARHU, O.; KANSI, P.; KUORINKA, I. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. **Applied Ergonomics**, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 199-201, 1977. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(77\)90164-8](https://doi.org/10.1016/0003-6870(77)90164-8). Acesso em: 20 nov. 2024.

Kuorinka, I.; Jonsson, B.; Kilbom, A.; *et al.* Standardized checklist for identifying ergonomic problems in work environments (PLIBEL). **Applied Ergonomics**, v. 18, n. 3, p. 233-237, 1987. Disponível em: ARTIGO,<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:999066/FULLTEXT01.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

Lehmann, K. B. Fisiologia aplicada ao trabalho. **Ergonomic Journal**, v. 12, p. 123-135, 1955.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração da revolução urbana à revolução digital**. 2. ed. Atlas: São Paulo 2004.

Mcatamney, L.; Corlett, E. N. RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. **Applied Ergonomics**, v. 24, n. 2, p. 91-99, 1993.

Disponível em:

http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM802/RULA_original%201993.pdf. Acesso em: 20 nov. 2024.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

OCCHIPINTI, E.; COLOMBINI, D. OCRA: A concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs. **Ergonomics**, v. 43, n. 9, p. 1432-1455, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/001401398186315>. Acesso em: 20 nov. 2024

PREPARAÇÃO DA PORTA – SOLDA MANUAL COM CDP. Manaus, 2020.

RIBEIRO, A. L.; SILVA, F. M. **Ergonomia aplicada: análise e soluções para ambientes produtivos**. Belo Horizonte: Editora Ergotech, 2021.

RIBEIRO, D. F. **Tecnologias aplicadas à ergonomia industrial: análise e desenvolvimento de ferramentas**. São Paulo: Ergotech, 2017.

SILVA, F. M.; BOUERI, A.; SANDER, D. **Contribuições históricas para a ergonomia. Ergonomia aplicada**. Rio de Janeiro: Ergopress, 2010.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, M. R.; LIMA, F. A. **Análise ergonômica assistida por software: perspectivas e resultados**. Belo Horizonte: Editora Ergopress, 2018.

WISNER, A. **Ergonomia: concepção do trabalho**. São Paulo: Edgar Blücher, 1987.