

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



**ANÁLISE DO TRABALHO PADRONIZADO SOBRE A ÓTICA DA  
ERGONOMIA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE  
COMPONENTES PARA REFRIGERAÇÃO.**

**DANIELA BALSADI**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**DANIELA BALSADI**

**Análise do Trabalho Padronizado sob a ótica da Ergonomia: Um Estudo de Caso em  
uma Indústria de Componentes para Refrigeração.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre profissional em Engenharia de Produção.

**Orientador:** Prof. Daniel Braatz A. de Almeida Moura

**SÃO CARLOS-SP**


**2026**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária da  
UFSCar**




**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção**

**Folha de Aprovação**

Documento assinado digitalmente  
 **DANIEL BRAATZ ANTUNES DE ALMEIDA MOURA**  
Data: 02/03/2026 11:12:23-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof. Dr. Daniel Braatz Antunes de Almeida Moura (PPGPEP-UFSCar)

Documento assinado digitalmente  
 **RENATO LUVIZOTO RODRIGUES DE SOUZA**  
Data: 20/02/2026 12:34:05-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Renato Luvizoto Rodrigues de Souza (PPGPEP-UFSCar)

Documento assinado digitalmente  
 **WILLIAM RODRIGUES DOS SANTOS**  
Data: 02/03/2026 11:32:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Willian Rodrigues dos Santos (UFPR)

“Dedico este trabalho especialmente a Deus, aos meus pais e meu irmão por sempre me incentivarem e me apoiarem nessa jornada de aprendizado.”

## AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo a Deus pela saúde, perseverança, entusiasmo, pela minha vida e por todas as bênçãos recebidas em todas as etapas da minha vida, e por sempre guiar os nossos caminhos a todo o momento.

Agradeço ao meu pai Nilson Roberto Balsadi, que, através de seu jeito singular de ser, me ensinou valiosas lições de vida, que ao longo do tempo, moldaram não apenas minha personalidade e caráter, mas também minha visão de mundo e as escolhas que faço diariamente. Sua sabedoria e experiências foram fundamentais para meu crescimento pessoal e me proporcionaram uma base sólida para enfrentar os desafios da vida e a minha mãe Valdeci C. Balsadi, com seu amor incondicional, seu apoio constante, sua confiança em mim, sempre me incentivando a ser mais forte e a ter coragem para enfrentar os diversos obstáculos da vida.

Ao meu irmão Nilson R. Balsadi Junior por seus ensinamentos de caráter, honestidade e pela força de sempre, sem vocês esse sonho não seria possível.

A minha querida tia Regina (in memoriam), que de alguma forma sempre está presente em todos os momentos da minha vida, foi uma fonte rica de amor e inspiração. Sem ela, eu nunca teria tido a oportunidade de conhecer a fisioterapia, uma paixão que ela, com seu carinho e encorajamento fez despertar em mim. Ela é, e sempre será, um exemplo de vida, meu guia eterno e o amor que habita meu coração para sempre.

Ao meu tio Tavinho e à minha tia Fuji, agradeço pelo incentivo constante em minha jornada de estudos, pelos valiosos exemplos de vida e pela sabedoria que sempre compartilharam. Aos meus avós Otavio Balsadi e Sebastiana M. Balsadi (in memoriam), que mesmo pelo não conhecimento, sempre me incentivaram a estudar, amor e gratidão eterna.

A todos os meus amigos(as), que de alguma forma sempre me incentivaram e me apoiaram nessa caminhada, e que acreditaram que eu era capaz de conseguir e a todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para este acontecimento.

Ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Braatz, pela confiança depositada, pelas discussões e ensinamentos e pela valiosa orientação ao longo desse período. Também agradeço a amizade e conselhos dados.

A minha banca Prof. Dr Renato Luvizoto e Prof. Dr Willian Santos pelas contribuições valiosas e significativas a este trabalho e participação no exame de qualificação e defesa da dissertação, respectivamente.

A mim, por não ter desistido de tentar. Àqueles que veem o estudo como manifestação da cultura, do conhecimento e principalmente da paixão.

## RESUMO

Com o desenvolvimento de tecnologias avançadas e processos produtivos cada dia mais competitivos e enxutos, a produção enxuta - ou *lean manufacturing* (LM) - e ergonomia estão cada vez mais integrados na melhoria dos processos, resultando em transformações no âmbito do projeto e da organização do trabalho. Diante desse contexto, o trabalho padronizado, no contexto do LM, é uma das ferramentas que pode ser utilizada para a redução dos tempos de processos, redução dos desperdícios - principalmente os relacionados a movimentação. Para melhor compreensão do potencial dessa integração foi realizado um estudo de caso onde foi implementado o trabalho padronizado em um posto com maior tempo ciclo, a fim de avaliar os possíveis impactos positivos (melhora na execução e conforto da atividade, redução da extensão dos movimentos, redução da fadiga, enriquecimento do trabalho, pensamento criativo, autonomia, melhora do bem-estar, redução ou eliminação dos desperdícios) e negativos (redução dos tempos ciclos, falta de flexibilidade na execução da atividade, estresse, aumento da pressão sobre os trabalhadores e aumento da carga de trabalho). A pesquisa foi realizada em uma empresa metalúrgica do interior do estado de São Paulo. Na atividade analisada notou-se a falta de padronização na execução das atividades, optando-se por desenvolver e implementar uma padronização do trabalho, buscando-se um método de trabalho confortável e eficiente, onde os trabalhadores possam participar do processo de construção, implementação e validação dos métodos de trabalho. Para quantificar e definir os modos de trabalho, foi realizado o estudo de tempos e métodos, utilizando a ferramenta *Method Time Measurement* (MTM) e para quantificar os riscos biomecânicos foi utilizado o checklist de Suzanne Rodgers. A pesquisa buscou estabelecer métodos de trabalho seguros e confiáveis, considerando a análise da atividade (trabalho real) e das variabilidades do trabalho. Para que fosse possível estabelecer um melhor método, utilizou-se da ergonomia participativa e aplicação de questionários para avaliar a percepção dos trabalhadores antes e depois da implementação do trabalho padronizado e das melhorias ergonômicas. Dentro da situação do trabalho analisado no estudo de caso, foi possível constatar que após a implementação do trabalho padronizado e das melhorias, houve uma melhora na satisfação dos trabalhadores, aperfeiçoamento no tempo ciclo, diminuição da exigência biomecânica da atividade (fadiga) e melhora da produtividade (processos mais enxutos e otimizados). Apesar da diminuição dos tempos de processo e implementação de métodos de trabalho padronizados, os trabalhadores sentiram-se mais confiantes e confortáveis para executarem a atividade. A integração das ferramentas do Lean Manufacturing aos princípios da ergonomia revela um potencial significativo para o desenvolvimento de processos operacionais mais seguros, enxutos, eficientes e que promovam a preservação da saúde dos trabalhadores.

**Palavras-Chave:** *Lean Manufacturing*. Ergonomia. Trabalho Padronizado. Fatores Humanos.

## ABSTRACT

With the development of advanced technologies and increasingly competitive and streamlined production processes, Lean Manufacturing (LM) and ergonomics have become ever more closely integrated in process improvement, yielding transformative effects on work design and organization. In this context, standardized work, within the LM framework is one of the tools that can be employed to reduce process times and eliminate waste, particularly waste related to unnecessary movement. To better understand the potential of this integration, a case study was conducted in which standardized work was implemented at the workstation exhibiting the longest cycle time, in order to assess its possible positive impacts (improvements in task execution and comfort, reduction in movement range, decreased fatigue, job enrichment, creative thinking, autonomy, enhanced well-being, and reduction or elimination of waste) as well as potential negative effects (reduced cycle time flexibility, task rigidity, increased stress, heightened pressure on workers, and greater workload). The research took place at a metalworking company located in the interior of São Paulo state. During the analysis of the targeted operation, a lack of task standardization became evident. Consequently, a standardized work method was developed and implemented, seeking a comfortable and efficient procedure in which workers could actively participate in the design, implementation, and validation of the new methods. To quantify and define work elements, a time-and-motion study was performed using the Method Time Measurement (MTM) tool; to quantify biomechanical risks, Suzanne Rodgers's checklist was applied. The study aimed to establish safe and reliable work methods by considering both the actual activity and its inherent variabilities. In order to determine the optimal method, participatory ergonomics techniques were employed, and questionnaires were administered to assess workers' perceptions before and after the introduction of standardized work and ergonomic improvements. Within the scope of the case study, it was found that, following implementation, workers reported higher job satisfaction, cycle-time improvements, reduced biomechanical demands (fatigue), and enhanced productivity (more streamlined and optimized processes). Despite the shorter process times and introduction of standardized methods, workers felt more confident and comfortable in performing their tasks. Overall, the integration of Lean Manufacturing tools with ergonomic principles demonstrates significant potential for the development of operational processes that are safer, leaner, more efficient, and conducive to preserving workers' health.

**Key words:** *Lean manufacturing*. Ergonomics. Standardized Work. Human Factors.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Modelo do checklist de Suzanne Rodgers	39
<b>Figura 2</b> – Trabalho prescrito x trabalho real	40
<b>Figura 3</b> - Representação gráfica da situação de trabalho	44
<b>Figura 4</b> – Variabilidade da produção	46
<b>Figura 5</b> – Variabilidade inter-individual e intra-individual	48
<b>Figura 6</b> - Regiões de alcance das mãos	52
<b>Figura 7</b> - Cinco movimentos básicos do MTM	54
<b>Figura 8</b> - Vantagens da utilização do MTM	57
<b>Figura 9</b> – Casa Toyota	64
<b>Figura 10</b> – Relação e propósitos dos vários tipos de padrões	71
<b>Figura 11</b> – Benefícios do trabalho padronizado	72
<b>Figura 12</b> - Protocolo de RSL	75
<b>Figura 13</b> - Processo de melhoria contínua na aplicação do MTM em um posto de trabalho	92
<b>Figura 14</b> – Situação de trabalho antes da implementação do trabalho padronizado e das intervenções ergonômicas	97
<b>Figura 15</b> - Situação de trabalho após as implementações do trabalho padronizado e das intervenções ergonômicas	97
<b>Figura 16</b> -Resultado do checklist de Suzanne Rodgers (antes das intervenções)	104
<b>Figura 17</b> -Resultado do checklist de Suzanne Rodgers (após das intervenções)	105
<b>Figura 18</b> -Percepção dos trabalhadores antes das intervenções ergonômicas e do trabalho padronizado	106
<b>Figura 19</b> - Percepção dos trabalhadores após as intervenções ergonômicas e do trabalho padronizado	107

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Diferentes conceitos de ergonomia ao longo do tempo	27
<b>Tabela 2</b> - Resultados possíveis: Suzanne Rodgers	38
<b>Tabela 3</b> - Tipos de perdas do LM	60
<b>Tabela 4</b> -Etapas operacionais do MTM antes das intervenções ergonômicas	95
<b>Tabela 5</b> -Etapas operacionais do MTM após as intervenções ergonômicas	99

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Definições do trabalho padronizado	70
<b>Quadro 2</b> - Revisão do protocolo	74
<b>Quadro 3</b> - Visão geral da revisão bibliográfica	76
<b>Quadro 4</b> -Etapas dos métodos de pesquisa	87

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ABEPRO** – Associação Brasileira de Engenharia de Produção

**ABERGO**- Associação Brasileira de Ergonomia

**IEA** – Associação Internacional de Ergonomia

**LM**- *Lean manufacturing*

**MTM**- Method Time Measurement

**MTM-UAS**- Methods Time Measurement – Universal Analyzing System

**RSL**- Revisão Sistemática da Literatura

**TP**- Trabalho Padronizado

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	14
1.1 CARACTERIZAÇÃO DO TEMA	14
1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	18
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA	19
1.4 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	20
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	25
2.1 ORIGEM E DEFINIÇÕES DE ERGONOMIA	26
2.2 DOMÍNIOS DA ERGONOMIA	31
2.2.1 Ergonomia Organizacional	32
2.2.2 Ergonomia Cognitiva	33
2.2.3 Ergonomia Física	35
2.3 ERGONOMIA DOS FATORES HUMANOS	36
2.4 ERGONOMIA DA ATIVIDADE	40
2.4.1 Trabalho Prescrito e Trabalho Real	41
2.4.2 Variabilidade do Trabalho	46
2.5 ERGONOMIA PARTICIPATIVA	51
2.6 ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS	53
2.7 PRODUÇÃO ENXUTA	59
2.7.1 Trabalho Padronizado	65
2.8 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA (RSL)	73
2.9 SÍNTESE DO REFERENCIAL TEÓRICO E RSL	78
<b>3 MÉTODO DE PESQUISA</b>	85
3.1 ETAPAS DA PESQUISA	91
3.2 CONTEXTO DO CASO ANALISADO	94
<b>4 DISCUSSÕES E RESULTADOS</b>	96
<b>5 CONCLUSÃO</b>	112
<b>REFERÊNCIAS</b>	116
<b>APÊNDICE: INTERVENÇÃO ERGONÔMICA PARA IMPLEMENTAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO</b>	131

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 CARACTERIZAÇÃO DO TEMA

Atualmente, devido à grande competitividade entre as empresas, busca-se cada vez mais a redução dos custos produtivos, através de processos mais enxutos e eficientes, com ênfase na melhora da qualidade de bens e serviços.

As empresas enfrentam uma pressão crescente para se manterem relevantes nos mercados em que atuam, ao mesmo tempo em que precisam garantir produtos de altíssima qualidade com baixos custos de fabricação. As condições desafiadoras do mercado atual exigem que as indústrias de manufatura fortaleçam suas capacidades e mantenham um elevado nível de eficiência para assegurar sua posição no mercado. Segundo Ramos *et al.* (2019), os avanços na tecnologia de manufatura estão impondo demandas cada vez mais rigorosas. Clientes cada vez mais exigentes estão pressionando as organizações de manufatura a otimizarem seus processos de produção, operações e cadeias de suprimento, para que possam entregar maior valor e manter sua relevância no mercado (RAMOS *et al.*, 2019).

É inevitável que toda organização que deseja se manter em destaque no mercado apresente boas condições de trabalho. Uma concorrência cada vez mais acirrada exige das organizações um compromisso contínuo para aprimorar o desempenho de seus sistemas de produção. (SILVA *et al.*, 2016). Além do estímulo para se manterem competitivas, as organizações enfrentam outro grande desafio que vem ganhando crescente prioridade: o fator humano. O modelo de produção enxuta apresenta o elemento humano como um fator-chave nos esforços de melhoria contínua (SILVA *et al.*, 2016). Para Getty (1999), o fator humano influencia diretamente o conteúdo do trabalho dos trabalhadores e a qualidade do trabalho porque fornece maiores oportunidades de participação, e aprendizado.

Para atender essa demanda de mercado, as empresas buscam estratégias de produção para alavancar seus lucros e reduzir os custos, uma delas é o *lean manufacturing* (LM). O pensamento enxuto é uma estratégia de produção que visa aumentar o lucro, com recursos limitados. Práticas just-in-time (JIT), redução de desperdícios, estratégias de melhoria, produção sem defeitos e padronização do trabalho são as principais características do pensamento enxuto (BOTTE *et al.* 2017).

O sistema de produção enxuta tem como objetivo otimizar os processos e procedimentos através de uma redução contínua de desperdícios, tendo como objetivo

fundamental a busca pela qualidade, flexibilidade da produção e aumento da produtividade visando uma boa posição para a competição em um cenário de globalização (NAZARENO *et al.*, 2001).

Segundo Hines (2000), a Produção Enxuta constitui o princípio norteador do Sistema Toyota de Produção (STP) e apoia-se em uma filosofia orientada à minimização dos leads times, com o objetivo de gerar e entregar produtos e serviços padronizados que apresentem elevados níveis de qualidade a custos reduzidos. Para tanto, adota-se um fluxo produtivo contínuo e balanceado, fundamentado na identificação e eliminação sistemática de desperdícios ao longo de toda a cadeia de valor, garantindo, assim, maior eficiência operacional e resposta ágil às demandas do mercado. Nessa perspectiva, o pensamento enxuto é uma forma de especificar o valor, alinhar as ações que criam valor na melhor sequência possível e realizar essas atividades sem interrupção toda vez que o cliente as solicite.

Com objetivo de elevar os níveis de produção industrial, o *lean manufacturing* foca na eliminação de oito tipos de desperdícios que não agregam valor ao processo produtivo e que devem ser evitados ao longo do desenvolvimento de produtos em um processo enxuto: i) Superprodução; ii) Tempo disponível; iii) Transporte; iv) Processamento propriamente dito; v) Excesso de estoque; vi) Movimentação desnecessária; vii) Produtos defeituosos; viii) Subutilização da criatividade dos trabalhadores (SANTOS *et al.*, 2019). Para Liker e Meier (2007), para eliminar ou reduzir os desperdícios dos processos produtivos, o *lean manufacturing* oferece diversas ferramentas que facilitam a gestão e visualização das atividades. Dentre essas ferramentas, destacam-se o 5S, Poka-yoke, Kanban, Operator Balance Chart, Mapeamento de Fluxo de Valor (Value Stream Mapping) e o Trabalho Padronizado, entre outras. Essas técnicas visam melhorar a eficiência, reduzir variabilidades e garantir a consistência das operações, contribuindo para um ambiente produtivo mais enxuto e eficaz.

A eliminação dos desperdícios do LM é essencial para a melhoria da eficiência e competitividade, resultando em um ambiente de trabalho com menos flexibilidade e gestualidade dos trabalhadores. Segundo Saurin e Ferreira (2021), ao reduzir os desperdícios melhorando continuamente os processos, pode se criar cargas de trabalho intensificadas, além de condições que podem limitar a autonomia dos trabalhadores, levando a potenciais problemas de estresse e fadiga, embora o *lean* seja altamente eficaz na otimização dos processos produtivos, sua implementação precisa ser equilibrada com práticas que assegurem a sustentabilidade do ambiente de trabalho e o conforto dos funcionários. Os autores destacam a importância de integrar princípios de ergonomia nas práticas *lean*, para garantir que a busca por

eficiência não comprometa a saúde física e mental dos trabalhadores, enfatizando a necessidade de uma abordagem holística na implementação do *lean*, no qual a eficiência operacional seja equilibrada com a preservação e manutenção do bem-estar dos trabalhadores.

Aqlan *et al.* (2016) propõem que a integração entre Lean Manufacturing e Ergonomia deve ocorrer de forma sincrônica e complementar, especialmente em atividades de transporte e manuseio de cargas, tradicionalmente tratadas apenas como desperdício sob a ótica Lean. Os autores demonstram que o transporte e manuseio de cargas, além de representar um dos desperdícios clássicos da produção enxuta, constitui uma fonte relevante de riscos ergonômicos e de qualidade, particularmente em ambientes de alta variabilidade de produtos.

A implementação do LM significa uma abordagem sistemática de vários métodos e práticas de gestão (SEPPÄLÄ e KLEMOLA, 2004). Para Getty (1999) tal abordagem apresenta o elemento humano como um fator fundamental para a sustentabilidade da melhoria contínua. Assim, influencia o conteúdo do trabalho dos indivíduos e a qualidade do trabalho, por meio do aumento de oportunidades de participação e aprendizagem. Segundo Arezes *et al.* (2015), o sistema de produção enxuta (LM) deve ser planejado, projetado e implementado considerando o conjunto de características do trabalho que garantam a sua compatibilidade com a ergonomia, incluindo às exigências físicas, cognitivas e psicossociais dos trabalhadores, a fim de promover um equilíbrio entre a eficiência e a saúde física e mental dos trabalhadores.

Para alcançar os objetivos do STP, algumas técnicas são adotadas, entre as principais destacam-se as células de manufatura, o fluxo contínuo de peças, a utilização de mecanismos para a prevenção de falhas, sistemas para troca rápida de ferramentas, entre outras (NITO, 2011). Segundo Ceconello e Huppel (2020) a principal ferramenta de auxílio na redução de desperdícios e no aumento de resultados é o Trabalho Padronizado, usado como o ponto de partida para a melhoria contínua. O objetivo da padronização está na redução de perdas do sistema oferecendo o produto de mais alta qualidade no menor tempo de produção (LIKER e MEIER, 2007). É possível desenvolvê-lo através dos estudos de tempos e métodos facilitando a identificação de oportunidades de melhoria, uma vez que permite uma análise estruturada e detalhada das atividades, contribuindo para a eliminação de variabilidades e o aumento da produtividade (SHINGO, 1989 e OHNO, 1988).

De acordo com Slack *et al.* (2013), o trabalho padronizado proporciona maior previsibilidade e controle sobre os processos, promovendo uma base sólida para a melhoria contínua. O trabalho padronizado reduz desperdícios, diminui a carga de trabalho e riscos de

acidentes e aumenta a produtividade e a satisfação dos trabalhadores (KISHIDA *et al.*, 2006 e WHITMORE, 2008).

Para Botti *et al.* (2017) o pensamento enxuto é uma estratégia de produção que visa aumentar o lucro, com recursos limitados. Práticas just-in-time (JIT), redução de desperdícios, estratégias de melhoria, produção sem defeitos e padronização do trabalho são as principais características do pensamento enxuto. Diversos setores e processos de fabricação, desde a indústria automotiva até a de serviços, integram suas estratégias de produção aos princípios do pensamento enxuto, visando melhorar a produtividade e a qualidade por meio da redução de custos. O LM é um modelo que serve para facilitar a competitividade em diversos segmentos, visando eliminar desperdícios e na melhoria das condições de trabalho (SANTOS *et al.*, 2015).

Diante da necessidade por processos mais otimizados, associados a implementações de novas tecnologias, as atividades tendem a ficar cada vez mais enxutas. De acordo com Nunes e Machado (2007) com implementação de processos mais enxutos, há redução dos tempos de ciclos e da variedade de tarefas, o que tende a aumentar a tensão fisiológica e mental dos trabalhadores.

Segundo Liker (2005), um dos pilares do *lean* é o respeito pelas pessoas, apesar do foco ser a eliminação de desperdícios, as empresas devem garantir que os processos sejam saudáveis e sustentáveis, considerando que os trabalhadores tenham tempo e recursos necessários para executarem suas atividades maneira eficiente, segura e com qualidade. Liker (2005) argumenta que o verdadeiro *lean* é aquele que busca o equilíbrio entre a eficiência e boas condições de trabalho, sendo fundamental a participação dos trabalhadores no processo de melhorias contínuas, valorizando suas habilidades e insights.

Sob essa perspectiva, torna-se essencial a integração da Ergonomia aos princípios do LM, de modo a promover ambientes de trabalho saudáveis, seguros e eficientes. Essa interação visa equilibrar a melhoria contínua dos processos produtivos com a preservação da saúde e bem-estar dos trabalhadores, garantindo a sustentabilidade das operações organizacionais a longo prazo, porém a maioria das empresas não integram os fatores humanos e a produção enxuta, o que muitas vezes pode levar a uma situação de trabalho inadequada, com diferentes tipos de consequências negativas no ambiente de trabalho.

Segundo Vieira *et al.* (2012) em sistemas de produção enxuta, a ergonomia não atua como elemento corretivo ou acessório, mas como base estrutural do sistema produtivo,

integrada à padronização, à destreza operacional e às práticas de organização do trabalho. Os autores afirmam que a ergonomia, quando incorporada desde a concepção dos postos e métodos, contribui simultaneamente para a melhoria do desempenho e para a preservação da saúde dos trabalhadores, evitando o antagonismo entre os objetivos de produtividade e o conforto no trabalho.

## 1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Para identificar potenciais de redução de tempos de processos e melhorias no ambiente produtivo, é desejável realizar uma análise detalhada do método de trabalho, do tempo de execução e da biomecânica das atividades, principalmente nas situações em que o fator humano é o elemento mais importante. Essa abordagem permite detectar desperdícios e sobrecargas biomecânicas que podem comprometer a saúde dos trabalhadores e a eficiência operacional. De acordo com Iida (2005), a avaliação ergonômica do trabalho, aliada ao estudo dos tempos e movimentos, fornece uma base sólida para o desenvolvimento de soluções que otimizam os processos, ao mesmo tempo em que minimizam os riscos de lesões musculoesqueléticas e aumentam a produtividade.

A implementação do trabalho padronizado reduz a gestualidade na execução da atividade, minimizando a autonomia na sequência da tarefa. A padronização do trabalho implica em uma rigorosa prescrição da tarefa, onde os métodos são definidos, com tempos pré-determinado, cada movimento determina o tempo (BONESI *et al.*, 2024). Por outro lado, de acordo com Arezes *et al.* (2015) o trabalho padronizado contribui para a consistência execução das operações, o que ajuda a minimizar a variabilidade dos processos, evitando práticas de trabalho inseguras ou ineficientes.

Segundo Olson e Villeius (2011), o trabalho padronizado permite que as atividades sejam projetadas considerando os conceitos de ergonomia, podendo incluir nas instruções de trabalho, orientações sobre posturas corretas, movimentos adequados e a utilização de ferramentas que minimizam o esforço físico e o risco de lesões. Para Liker e Meier (2006), o trabalho padronizado contribui para a elaboração de métodos de trabalho que podem minimizar o risco de lesões ocupacionais, pois ao estabelecer procedimentos claros e bem definidos, os trabalhadores estão menos propensos a executar as atividades de maneira

inadequada, o que diminui a probabilidade de adotarem posturas e movimentos inadequados, prevenindo lesões a longo prazo.

Nesse contexto, de acordo com Santosa *et al.* (2015), a implementação de soluções ergonômicas no ambiente de trabalho representa uma estratégia que pode melhorar os níveis de satisfação dos trabalhadores e melhorar a eficiência dos processos. A ergonomia tem como objetivo adaptar as condições de trabalho, as habilidades e limitações físicas e psicológicas dos trabalhadores, e a eficiência dos sistemas produtivos. Esse enfoque é essencial para maximizar o desempenho humano e minimizar o risco de lesões (BARBOSA e FONSECA, 2015). Santos, Vieira e Balbinotti (2015) destacam que uma condição de bem-estar no local de trabalho é diretamente proporcional à produtividade e à eficácia dos trabalhadores na realização de suas tarefas.

Diante do exposto acima, é imprescindível que as organizações integrem a ergonomia aos sistemas de produção enxuta, uma vez que essa interação pode resultar em ganhos significativos de produtividade, ao mesmo tempo em que melhora as condições de trabalho. Uma das principais razões da abordagem em conjunto com a ergonomia, é que os sistemas enxutos buscam integrar naturalmente a ergonomia no seu contexto, por meio de diversas técnicas, tais como a qualificação dos seus trabalhadores para que possam realizar diferentes atividades e a participação dos mesmos em seus processos de melhoria (TORALLA, *et al.*, 2012).

A partir dessas considerações o intuito dessa pesquisa foi avaliar os desafios e implicações da implementação do trabalho padronizado, sob a ótica da ergonomia. O foco é analisar como a padronização pode impactar a saúde e o bem-estar dos trabalhadores, levando em conta as boas práticas ergonômicas, identificando possíveis riscos e melhorias para o trabalhador e para a produtividade.

### **1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA**

O presente estudo tem como objetivo avaliar o impacto da implementação do trabalho padronizado na atenuação dos riscos biomecânicos e na redução dos tempos de processos, avaliando a necessidade de intervenções nos postos de trabalho, tais como reconfiguração de layout, balanceamento do ritmo de produção, adequação de materiais e

métodos operacionais, analisando o impacto sobre os padrões de movimento e as posturas adotadas pelos trabalhadores.

Um objetivo complementar desse estudo é ampliar os conhecimentos sobre a prática da ergonomia no sistema de produção enxuta, principalmente no que tange aos impactos das ferramentas do *lean manufacturing* na organização do trabalho e na saúde dos trabalhadores.

Para alcançar o objetivo geral delineado, faz-se necessária a formulação de objetivos específicos que atuem como referências metodológicas, norteando de forma sistemática o desenvolvimento desta pesquisa de mestrado.

1. Compreender a integração entre a análise da atividade e o estudo de tempos e movimentos;
2. Avaliar o trabalho padronizado dentro da perspectiva da ergonomia da atividade e da ergonomia participativa;
3. Analisar e discutir efeitos da aplicação integrada de LM e ergonomia para a saúde dos trabalhadores e produtividade da empresa.

## **1.5 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA**

Segundo Machado e Nunes, 2007 a integração entre ergonomia e trabalho padronizado tem sido amplamente discutida na literatura como um elemento crítico para a sustentabilidade dos sistemas de produção enxuta. Embora o Lean Manufacturing tenha como premissa central a eliminação de desperdícios e a estabilização dos processos por meio do trabalho padronizado, diversos estudos alertam que a adoção dessa abordagem de forma estritamente produtivista pode gerar impactos negativos à saúde dos trabalhadores, especialmente quando desconsidera os limites psicofisiológicos. Os autores destacam que a ergonomia deve atuar como um filtro técnico-científico na elaboração dos padrões, prevenindo o aumento da carga física e mental decorrente da redução da variabilidade e da intensificação do ritmo de trabalho, fenômenos frequentemente associados à implementação inadequada do Lean.

A literatura enfatiza que essa integração deve ocorrer de forma antecipatória e sistêmica nas fases iniciais de concepção e revisão dos padrões de trabalho. Machado e Nunes (2007) defendem que os princípios ergonômicos devem ser “fundidos” ao Lean Manufacturing, de modo que a padronização das tarefas seja construída a partir da análise do trabalho real

(atividade) considerando as posturas e movimentos, os esforços físicos, repetitividade, exigências cognitivas, ritmo com tempo de recuperação fisiológica. Dessa forma, o trabalho padronizado deixa de se restringir à mera definição de tempos, métodos e sequências operacionais, passando a contemplar critérios ergonômicos como parâmetros do método de trabalho, de modo a garantir a compatibilização entre as exigências das atividades e as capacidades psicofisiológicas dos trabalhadores, contribuindo para um ambiente de trabalho saudável e confortável.

De acordo com a revisão sistemática de Arezes *et al.*, (2015) a implementação de Sistemas de Produção Enxuta fundamenta-se, em grande parte na eliminação de desperdícios e na busca pela perfeição através da padronização de processos. No entanto, a literatura acadêmica revela uma dicotomia significativa no que tange ao impacto do trabalho padronizado sobre a ergonomia e a saúde dos trabalhadores. Por um lado, a padronização é frequentemente criticada por limitar a autonomia na execução da atividade. Ao estabelecer tempos de ciclo enxutos e métodos de trabalho prescritivos, o sistema pode dificultar que o operador gerencie seu próprio ritmo de trabalho, aproximando-se, em alguns contextos, de uma regressão a modelos tecnocêntricos de caráter taylorista. Autores como Treville e Antonakis (2006) apud Azeres *et al.*, (2015) argumentam que essa redução da autonomia pode comprometer a motivação intrínseca, uma vez que o trabalhador passa a seguir padrões impostos que limitam sua liberdade de decisão sobre a tarefa. Além disso, a busca por fluxos contínuos e a redução drástica de tempos de ciclo (muitas vezes para menos de 60 segundos) elevam o risco de desconfortos osteomusculares devido à alta repetitividade e à intensificação do esforço físico. Diante do exposto, Botti *et al.* (2017), reforça a integração de princípios ergonômicos na produção enxuta, a qual desempenha um papel essencial para uma implementação bem-sucedida.

No que se refere aos aspectos que devem ser observados na integração entre ergonomia e trabalho padronizado, Arezes *et al.*, (2015) enfatizam a necessidade de considerar quatro dimensões centrais: (i) ritmo, intensidade e carga de trabalho; (ii) motivação, satisfação e estresse; (iii) autonomia e participação; e (iv) resultados de saúde. A padronização deve prever margens de manobra, pausas, revezamentos e mecanismos de ajuste que permitam lidar com a variabilidade humana e organizacional, evitando a intensificação excessiva do trabalho. Adicionalmente, os autores ressaltam que o monitoramento contínuo dos padrões de trabalho é essencial, uma vez que alterações no volume de produção, no mix de produtos, no layout ou na tecnologia podem modificar significativamente as exigências ergonômicas. Nesse sentido, a

ergonomia assume um papel estratégico de vigilância e suporte às decisões gerenciais, assegurando que o trabalho padronizado permaneça alinhado às capacidades humanas e aos objetivos de desempenho organizacional.

Em contrapartida, uma vertente da literatura sustenta que, se adequadamente implementado, o trabalho padronizado atua como uma ferramenta de equilíbrio da carga de trabalho, essencial para a ergonomia. A padronização, quando aliada ao conceito de manufatura celular e à rotação de funções, promove a polivalência e a ampliação das tarefas. Diferente da simplificação fordista, o design de células enxutas busca frequentemente envolver o operador em uma variedade de atividades que exigem posturas dinâmicas, como o ato de caminhar dentro da célula o que pode reduzir a fadiga e prevenir problemas circulatórios.

Ademais, o trabalho padronizado no contexto Lean não deve ser visto como algo estático, mas sim como a base para a melhoria contínua (Kaizen). A participação ativa dos trabalhadores na definição e no aprimoramento desses padrões é o que diferencia o Lean Manufacturing de sistemas puramente rígidos. Quando o trabalhador é incentivado a utilizar seu "pensamento criativo" para otimizar (racionalizar) o padrão, a ergonomia deixa de ser uma preocupação externa e passa a integrar o design do processo, resultando em posturas e movimentos mais confortáveis e seguras. Portanto, o sucesso ergonômico do trabalho padronizado depende da maturidade da implementação, evitando modelos parciais que foquem apenas no desempenho técnico em detrimento dos fatores humanos

Para Liker (2004) na filosofia da Produção Enxuta, dá-se muita ênfase à padronização das operações, ou seja, na sequência de tarefas realizadas por meio de cada trabalhador: aqueles que realizam o trabalho devem projetá-lo, contribuindo para a definição dos próprios procedimentos.

Spear e Bowen (1999) apud Luca *et al.*, (2024) a especificação do trabalho no Sistema Toyota de Produção (STP) constitui-se na hipótese da melhor prática, que deve ser constantemente testada com a participação dos trabalhadores. Outro ponto relevante é a análise de tempos e movimentos, para Bonatto e Kovaleski (2013), a análise de tempos e movimentos é essencial para a criação de uma folha de processo, visando padronizar procedimentos, evitar movimentos desnecessários, organizar as funções de cada trabalhador, diminuir a variabilidade no sistema produtivo e reduzir falhas de execução, além de reduzir a fadiga muscular.

Face ao exposto, esta pesquisa se justifica pela necessidade de aprofundar a compreensão crítica sobre os efeitos da aplicação do trabalho padronizado nos sistemas

produtivos enxutos, especialmente no que se refere à demanda biomecânica imposta aos trabalhadores e à melhoria dos tempos operacionais. Embora o trabalho padronizado seja amplamente reconhecido como uma ferramenta essencial para a eficiência operacional e a estabilidade dos processos, sua implementação, quando não associada a análise da atividade, pode gerar discrepâncias significativas entre o trabalho prescrito e o trabalho efetivamente realizado, resultando em sobrecargas físicas e cognitivas e aumento do risco ergonômico.

A integração da análise da atividade torna-se fundamental, uma vez que permite compreender como os trabalhadores, no ambiente laboral, adaptam suas ações, ajustam estratégias operatórias e desenvolvem compensações e variabilidades para atender às exigências produtivas. A ausência dessa abordagem pode levar à prática de movimentos e posturas inadequadas, além de sobrecarga cognitiva, embora não previstos nos padrões formais de trabalho, impactam diretamente a saúde musculoesquelética e mental e a sustentabilidade do trabalho ao longo do tempo.

Assim, a relevância desta pesquisa reside em ir além da avaliação tradicional da eficiência dos processos produtivos, ao incorporar uma perspectiva ergonômica baseada na atividade, capaz de identificar fatores de risco biomecânico associados ao trabalho padronizado. Nesse contexto, o estudo oferece subsídios técnicos e científicos para a proposição de intervenções ergonômicas mais assertivas, que não apenas preservem a produtividade, mas também promovam condições de trabalho mais seguras, saudáveis e sustentáveis. Dessa forma, a pesquisa contribui para o avanço do conhecimento na interface entre ergonomia e sistemas de produção enxuto, reforçando a importância de práticas que conciliem desempenho operacional e cuidado à saúde do trabalhador.

Assim, a relevância desta pesquisa reside em ir além da avaliação tradicional da eficiência dos processos produtivos, ao incorporar uma perspectiva ergonômica baseada na atividade, capaz de identificar fatores de risco biomecânico associados ao trabalho padronizado. Ao fazê-lo, o estudo oferece subsídios técnicos e científicos para a proposição de intervenções ergonômicas mais assertivas, que não apenas preservem a produtividade, mas também promovam condições de trabalho mais seguras, saudáveis e sustentáveis. Dessa forma, a pesquisa contribui para o avanço do conhecimento na interface entre ergonomia e sistemas de produção, reforçando a importância de práticas que conciliem desempenho operacional e proteção à saúde do trabalhador.

O tema abordado nessa pesquisa foi escolhido tendo em vista as inúmeras discussões acerca do trabalho padronizado e seu impacto na saúde dos trabalhadores.

Nesse contexto, a padronização dos processos configura-se como um elemento essencial dos sistemas de produção, uma vez que viabiliza a identificação de oportunidades de melhoria, a análise dos desperdícios e a definição de ações de otimização dos fluxos de trabalho. Quando articulada aos princípios ergonômicos, a padronização contribui para o desenvolvimento de métodos de trabalho mais seguros, saudáveis e adequados, assegurando a compatibilização entre as exigências operacionais e as capacidades psicofisiológicas dos trabalhadores, bem como a sustentabilidade do desempenho organizacional ao longo do tempo. Dessa forma, a pesquisa integra o trabalho padronizado e a ergonomia de maneira complementar, promovendo tanto a otimização dos processos quanto a preservação da saúde dos trabalhadores.

Para que seja possível determinar os potenciais de otimização de processos, é necessário analisar o método de trabalho, o tempo de execução e a biomecânica das atividades, a fim de identificar desperdícios com movimentos desnecessários ou mais extensos que o necessário, que podem gerar desconfortos osteomusculares e aumento do tempo ciclo do posto. Tais ferramentas permitem documentar todos os elementos que fazem parte do processo e que, se aplicadas de maneira correta, sob os conceitos e técnicas da ergonomia e do *lean manufacturing* permitem melhoras das condições de trabalho e processos mais enxutos.

A relevância da ergonomia transcende os aspectos de saúde e segurança, constituindo-se um elemento estratégico para a organização e fator determinante na competitividade. Nesse âmbito, o campo de atuação ergonômico abrange o aperfeiçoamento das interações entre as tarefas e seus executores, de modo que todas as atividades sejam conduzidas com conforto e segurança, resguardando a integridade física e psíquica dos trabalhadores.

Diante do cenário, surgiu a possibilidade de avaliar a prática do trabalho padronizado, tendo como base a análise da atividade e o estudo de tempos e movimentos (Método MTM-UAS), integrando as intervenções ergonômicas adequadas.

A realização de estudos que apontem as dificuldades e vantagens da aplicação da ergonomia na produção enxuta, podem vir a contribuir significativamente na melhora da qualidade de vida no trabalho e processos mais enxutos. O posto de trabalho onde foi realizado o estudo possui um espaço físico limitado, sobrecarga biomecânica, falta de padronização do trabalho, layout inadequado e altos custos com mão de obra, ficando visível a grande quantidade de desperdícios com movimentação, sendo necessário uma maior organização dos equipamentos e objetos utilizados pelos trabalhadores, que muitas vezes perdem tempo com

movimentos desnecessários ou mais extensos do que o recomendado devido à falta de método. Entretanto, apesar das inúmeras vantagens do trabalho padronizado, pode existir uma certa dificuldade na implementação devido à resistência a mudança.

Espera-se que com a implantação do trabalho padronizado utilizando-se das técnicas e conceitos de Ergonomia haverá uma redução do tempo de execução da atividade, facilitando o trabalho dos colaboradores, diminuindo a fadiga e sobrecarga biomecânica.

O tema abordado nesta dissertação foi escolhido tendo em vista as inúmeras discussões acerca do trabalho padronizado e a gestualidade do trabalho, esta refere-se às posturas e movimentos adotados pelos trabalhadores durante a realização da atividade associados às suas habilidades e conhecimentos.

Sabe-se que é de extrema importância para o sistema produtivo a padronização dos processos, para que seja possível identificar os pontos de melhoria, os desperdícios e os potenciais de otimização.

A pesquisa busca contribuir no âmbito da aplicação conjunta dos conceitos e técnicas da ergonomia e as ferramentas *lean*, auxiliando outros profissionais da área, a desenvolverem melhor seus processos e enxergarem o sistema de produção de forma mais abrangente e sistemática.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, são apresentados os fundamentos teóricos relevantes que embasam a construção das argumentações e fornecem uma base conceitual sólida para o desenvolvimento do estudo. Esses fundamentos teóricos têm o objetivo de orientar a compreensão da estrutura de raciocínio adotada e das diretrizes metodológicas seguidas ao longo da pesquisa.

Os temas abordados em relação à Ergonomia, apresenta sua história, conceitos, abordagens (física, cognitiva e organizacional), Ergonomia Participativa, as abordagens sobre as situações de trabalho, a perspectiva da tarefa e atividade, o enfoque sobre a organização do trabalho, a análise da atividade e a demanda biomecânica e por fim uma síntese do tópico.

Em relação ao *lean manufacturing*, são abordados de maneira sucinta os principais objetivos e conceitos da produção enxuta, os tipos de desperdícios e o uso das ferramentas, destacando o trabalho padronizado, analisando a integração entre a padronização dos processos produtivos e os princípios ergonômicos, destacando como essa sinergia pode contribuir para a eficiência operacional quanto a saúde dos trabalhadores.

Os temas abordando ao estudo de tempos e movimentos (MTM - *Methods Time Measurement-UAS*) abrangem a origem do método, seus conceitos, definições e características, aplicabilidade e objetivos. Esse estudo também enfatiza a interação entre o MTM e os princípios da ergonomia, ressaltando como essa interação contribui para a análise detalhada e a otimização dos processos de trabalho, não apenas para melhorar a eficiência e precisão das atividades, mas também garantir que as condições de trabalho estejam adequadas as condições psicofisiológicas dos trabalhadores, prevenindo desconfortos e lesões ocupacionais.

Finalizando o capítulo apresentam-se uma revisão que suporta a aplicabilidade das técnicas e conceitos da Ergonomia de forma integrada ao *lean manufacturing*, identificando o impacto do trabalho padronizado na redução da exigência biomecânica da atividade do ponto de vista da Ergonomia e na otimização de processos. Ao final desse tópico é feita uma síntese geral de toda a fundamentação teórica.

### 2.1 ORIGEM E DEFINIÇÕES DA ERGONOMIA

Segundo Laville (1977); Kroemer e Grandjean, (2005) e Abrahão *et al.* (2009), a ergonomia no século XX se desenvolve junto ao contexto socioeconômico com dois principais motivos propulsores, a necessidade de aumentar a produção e o período pós 2ª Guerra Mundial,

com escassez de mão de obra e de matéria prima. Sua formalização enquanto disciplina aconteceu a partir de 1949, com a criação da *Ergonomics Research Society*, na Inglaterra. Em seguida, 1959, foram criadas a *Human Factors Society* (HFS) e a *International Ergonomics Society* (IES) nos Estados Unidos e, em 1963, a *Société d'Ergonomie de Langue Française* (SELF), na França. As demandas formuladas aos ergonomistas nesse período eram referentes à: insalubridade, condições de trabalho, dimensionamento dos homens e equipamentos, adaptação de ferramentas e instrumentos de trabalho e organização do trabalho, abordando a variabilidade, equipamentos e matéria-prima (LAVILLE, 1977; KROEMER e GRANDJEAN, 2005; ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Souza (2012) descreve que a ergonomia é uma disciplina orientada para uma abordagem sistêmica de todos os aspectos da atividade humana. Para dar conta da amplitude dessa dimensão e poder intervir nas atividades do trabalho, é preciso que os ergonomistas tenham uma abordagem integrada de todo o campo de ação da disciplina, tanto em seus aspectos físicos e cognitivos quanto em seus aspectos sociais e organizacionais, e não somente ambientais. Para Abrahão *et al.* (2009), a ergonomia pode ser entendida como uma disciplina que tem como objetivo transformar o trabalho, em suas diferentes dimensões, adaptando-o às características e aos limites do ser humano.

A ergonomia como disciplina científica preocupada com o homem em atividade de trabalho busca em seu desenvolvimento acadêmico e profissional compreendê-lo e em caso de oportunidades, busca meios para transformá-lo (DANIELLOU, 2004)

A ABERGO (Associação Brasileira de Ergonomia), define que a Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas. A palavra ergonomia - “a ciência do trabalho” deriva do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis).

Segundo Tersac e Maggi (2004) a Ergonomia é constituída de várias disciplinas, de maneira mais exata, por partes de disciplinas que concorrem ao conhecimento científico do homem no trabalho, sob diversos aspectos fisiológicos, psicológicos e sociológicos do trabalho humano, visando explicar as práticas de trabalho e contribuir para transformar as situações de trabalho.

Para Dul e Weerdmeester (2004) e Abrahão *et al.* (2009) a ergonomia é uma ciência que se aplica à conjugação dos fatores humanos com o sistema de produção. Relacionam de forma sustentável homem e máquina, proporcionando ao trabalhador boas condições de saúde, segurança, conforto e melhor desempenho no trabalho. A aplicação de práticas

ergonômicas considera a capacitação e os limites do ser humano com a redução do tempo ciclo (tempos de processos) das operações. Segundo Lima (2020), a ergonomia, em sua definição mais recente, aparece como uma disciplina técnica que se propõe conhecer a “atividade real de trabalho” com vistas à sua transformação.

Segundo Dul e Weerdmeester (2004) os projetos de trabalho desenvolvidos nas empresas deveriam proporcionar boas condições de segurança e conforto para que o trabalho seja realizado de forma eficiente e confortável. As capacidades, limitações físicas e psicológicas do ser humano são analisadas e adaptadas para o ambiente de trabalho. Para Josep *et al.* (2003), os resultados relacionados aos âmbitos humanos podem ser: redução de acidentes de trabalho, redução do absenteísmo e redução da rotatividade. Os relacionados à eficiência operacional podem ser: eficiência global dos equipamentos, melhora no lead time, entre em dia e redução na reclamação de clientes. E esses fatores podem ser facilitadores de convencimento para entrada da ergonomia no radar da estratégia (JUNIOR, 2013).

A ergonomia, num conceito geral, é “o estudo da adaptação do trabalho ao homem”. Neste caso, o trabalho abrange não apenas o que é executado com máquinas e equipamentos, mas também toda situação em que há o relacionamento entre o homem e uma atividade produtiva. A adaptação sempre deve ocorrer no sentido do trabalho para o homem (IIDA, 2005). Para o mesmo autor, primeiramente realiza-se o estudo das características do trabalhador, para depois projetar o trabalho que ele consegue executar, ajustando-o às suas capacidades e limitações, preservando assim a sua saúde. Portanto, a ergonomia procura reduzir a fadiga, estresse, erros e acidentes, proporcionando segurança, satisfação e saúde aos trabalhadores, durante o seu relacionamento com o sistema produtivo. Um bom planejamento ergonômico traz como consequência maior eficiência do trabalhador.

A Ergonomia tem dois objetivos, um social associado ao bem-estar dos trabalhadores, e outro econômico que está ligado ao desempenho de todo o sistema; considera tanto aspectos físicos como psicológicos e procura soluções a nível técnico e organizacional, o que traz benefícios ao volume de produção, prazo de entrega, flexibilidade de produção, qualidade ou custo operacional (DUL e NEUMANN, 2009).

De acordo com Daniellou *et al.* (1989) apud Silva (2011), na visão tradicional de se organizar o trabalho e projetar o conteúdo do trabalho há uma decomposição da atividade em uma sequência de gestos independentes uns dos outros, de um posto de trabalho para o outro. Porém, na realidade, estas operações não são independentes e a fabricação de um produto

final supõe a troca de informações entre os trabalhadores, e estas trocas ocorrem de maneira não oficial na empresa, porém elas permitem uma produção de qualidade.

Abrahão *et al.* (2009) consideram como objetivos da Ergonomia: 1) bem-estar; 2) a segurança; e 3) a produtividade e qualidade dos trabalhadores nas situações de trabalho. De acordo com Junior (2013), para os autores esses conceitos e objetivos resultam das transformações que aconteceram ao longo da história da ergonomia. Na tabela 1 são apresentados outros conceitos formados para definição da ergonomia ao longo do tempo.

**Tabela 1: Diferentes Conceituações de Ergonomia ao longo do tempo.**

Autor e Ano	Conceito de Ergonomia
Laville (1977)	Conjunto de conhecimentos científicos interdisciplinares relativos ao homem e necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência.
Meister (1989)	Estudo de como os seres humanos realiza as tarefas relacionadas ao trabalho no contexto da operação do sistema homem-máquina e como as variáveis comportamentais afetam a realização do trabalho.
Montmollin (1990)	Considera a ergonomia sob duas correntes principais, que se complementam. A primeira corrente, a mais antiga e mais americana, considera a ergonomia como a utilização das ciências para melhorar as condições do trabalho humano. A segunda corrente, mais recente e mais europeia, considera a ergonomia como o estudo específico do trabalho humano com a finalidade de melhorá-lo.
Sanders e McCormick (1993)	Aplica-se as informações sobre o comportamento humano, capacidades, limitações e características para a concepção de ferramentas, máquinas, tarefas, trabalhos e ambientes para a produção, utilização segura, confortável e eficaz.
Murrel (1997)	Estudo científico da relação entre o homem e seu ambiente de trabalho. Neste sentido, o termo meio ambiente abrange não só o ambiente de trabalho, mas também suas ferramentas e materiais, seus métodos de trabalho e organização do trabalho, no contexto da operação do sistema homem-máquina
Dul e Weerdmeester (1998)	Se aplica ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com o objetivo de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho.
Grandjean (1998)	Conceituada como a ciência da configuração de trabalho adaptada ao homem e seu objetivo é o desenvolvimento de bases científicas para a adequação das condições de trabalho às capacidades e à realidade das pessoas que realizam o trabalho.
Tersac e Maggi (2004)	A Ergonomia é constituída de várias disciplinas, de maneira mais exata, por partes de disciplinas que concorrem ao conhecimento científico do homem no trabalho, sob diversos aspectos fisiológicos, psicológicos e sociológicos do trabalho humano,

	visando explicar as práticas de trabalho e contribuir para transformar as situações de trabalho.
Dul e Weerdmeester (2004) e Abrahão <i>et. al.</i> (2009)	A ergonomia é uma ciência que se aplica a conjugação dos fatores humanos com o sistema de produção. Relacionam de forma sustentável homem e máquina, proporcionando ao trabalhador boas condições de saúde, segurança, conforto e melhor desempenho no trabalho
Lida e Buarque (2018)	A ergonomia tem a capacidade de estudar e avaliar situações prévias e ainda, as consequências decorrentes das tarefas laborais. A avaliação ergonômica, se dá pela constante avaliação de todos os elementos que compreendem o sistema, e a maneira com que interagem entre si.

Fonte: Adaptado de Teixeira (2011)

A ergonomia é especialmente delineada como um campo de estudo que integra conhecimentos científicos de diversas disciplinas e se preocupa a interação do homem com as máquinas, ferramentas e ambientes de trabalho. Laville (1977) destaca a importância de um conjunto de conhecimentos interdisciplinares que visa criar instrumentos que ofereçam conforto, segurança e eficiência. Esta abordagem é reforçada por Dul e Weerdmeester (1998), que ressaltam a aplicação desses conhecimentos no design de máquinas, sistemas e tarefas, com objetivo de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho.

Tersac e Maggi (2004) destacam os aspectos fisiológicos, psicológicos e sociológicos, com o objetivo de analisar as práticas e melhorar as condições de trabalho, essa abordagem é complementada por Dul e Weerdmeester (2004) e Abrahão *et. al.* (2009) que descrevem que a ergonomia é uma ciência que harmoniza os fatores humanos com o sistema de produção, estabelecendo uma relação sustentável entre o homem e a máquina, garantindo ao trabalhador boas condições de trabalho e segundo Lida e Buarque (2018) a ergonomia tem a capacidade de estudar e avaliar situações prévias do trabalho e as consequências decorrente das tarefas laborais.

Meister (1989) enfatiza a análise do comportamento humano em relação ao contexto da operação do sistema homem-máquina, destacando como as variáveis comportamentais influenciam na execução das atividades de trabalho. Essa perspectiva é complementada por Murrell (1997), que amplia a definição de ergonomia ao considerar não apenas o ambiente de trabalho, mas também as ferramentas, métodos de trabalho e a organização do trabalho, e como fatores que influenciam no contexto da operação do sistema homem-máquina.

Grandjean (1998) e Moraes e Mont'Alvão (1998) concordam que a ergonomia deve ser vista como uma ciência que adapta as condições de trabalho às capacidades das

peças. Isso implica um compromisso com o desenvolvimento de tecnologia projetuais que melhorem a interação homem e máquinas, promovendo um ambiente de trabalho que considere as limitações dos trabalhadores, potencializando suas capacidades, de modo a favorecer a ergonomia e a eficiência laboral.

Ademais, a ênfase a um design que considera o comportamento humano, bem como suas capacidades e limitações, conforme descrito por Sanders e McCormick (1993), estabelece uma relação intrínseca entre ergonomia e eficiência operacional. As definições apresentadas, portanto, convergem para um objetivo comum: a concepção de ambientes de trabalho que sejam seguros, confortáveis e propícios à produtividade.

## **2.2 DOMÍNIOS DA ERGONOMIA**

A Ergonomia deve contribuir para a concepção e avaliação de tarefas, trabalhos, equipamentos, produtos, ambientes físico e social e sistemas, com o objetivo de torná-los compatíveis com as necessidades, capacidades e limitações das pessoas. Pode ser aplicada nos mais diversos sectores de atividade (industrial, transportes, sistemas informatizados, hospitalar, etc.). As intervenções ergonómicas melhoram significativamente a eficiência, produtividade, segurança e saúde dos trabalhadores; atuando em todas as frentes de qualquer situação de trabalho ou lazer, desde o stress físico até os fatores ambientais que possam afetar a audição, visão ou conforto (IEA). A Associação Internacional de Ergonomia (IEA) conceitua a Ergonomia e suas especializações, para a associação, a ergonomia é a disciplina científica que estuda as interações entre os seres humanos e outros elementos do sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos, a projetos que visem otimizar o bem-estar humano e o desempenho global dos sistemas.

Nesse contexto, Attwood, Deeb e Danz-Reece (2004) indicam que o processo da ergonomia ao se deparar com uma situação para avaliar não pode desconsiderar nenhum dos elementos que a compõe: as pessoas; organizações; e instalações, equipamentos e ambientes.

As pessoas com suas características físicas, cognitivas e sociais, as organizações com seus procedimentos e rotinas e as instalações, equipamentos e ambientes, fazem parte do escopo das avaliações ergonômicas (ATTWOOD *et al.*, 2004).

Segundo Heimbecher e Senea (2013), a ergonomia possui três campos de domínio que englobam todos os âmbitos do trabalhador no desenvolvimento de seu trabalho, sendo eles:

1. Ergonomia física: relaciona as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica e sua relação com as atividades físicas, neste domínio são vistos, os estudos de posturas, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, os distúrbios musculoesqueléticos relacionados às atividades de trabalho, análise de posto de trabalho, os fatores de segurança e saúde nas atividades laborais
2. Ergonomia cognitiva: trata-se dos processos mentais, como as percepções, memória, raciocínio e resposta motora conforme afetem as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Neste domínio, são analisados os processos de tomada de decisão, a carga mental no trabalho, desempenho especializado, interação homem computador e a carga de stress causado pela atividade de trabalho desenvolvida.
3. Ergonomia organizacional: consiste em otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo as estruturas organizacionais, políticas e de processos. São pertinentes a este domínio, os processos de comunicação, gerenciamento de recursos, projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho em grupos, equipes e cooperativos, projeto participativo, paradigmas do trabalho, cultura organizacional, teletrabalho e gestão da qualidade.

### **2.2.1 ERGONOMIA ORGANIZACIONAL**

Na organização do trabalho, defendida pelo sistema de produção enxuta, são destacados aspectos relacionados às técnicas de diminuição dos desperdícios, dos tempos ociosos/porosos, da incorporação de atividades como organização e limpeza, e inspeção de qualidade influenciam nas cargas de trabalho dos operadores (SILVA, 2011)

A ergonomia organizacional visa à otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo as estruturas organizacionais, políticas ou regras, e processos. Esta especialização da ergonomia compreende alguns temas relevantes como: as comunicações; a concepção do trabalho; a gestão dos coletivos; a concepção dos horários de trabalho; programação do trabalho em grupo; ergonomia comunitária; as novas formas de trabalho; projeto participativo; trabalho cooperativo; cultura organizacional; organizações em rede; teletrabalho; e gestão da qualidade (IIDA, 2005; HENDRICK e KLEINER, 2006; FALZON, 2007; MÁSCULO e VIDAL, 2011).

Moraes e Mont'Alvão (2003) apresentam aspectos da ergonomia organizacional como; o ritmo intenso das atividades, a repetitividade e monotonia inerente ao processo produtivo, bem como a pressão por prazos de produção e de controle. E segundo elas é caracterizada através dos problemas ligados a falta de parcelamento adequado das atividades, participação, gestão, jornada de trabalho com avaliação de horário, turnos e escalas, bem como a falta de seleção e treinamento de pessoal, visando capacitação para as atividades produtivas. A implementação dessas ações, que se encontram em falta, viabiliza a objetividade, responsabilidade, autonomia e participação dos colaboradores envolvidos no processo produtivo.

A organização do trabalho corresponde à divisão das tarefas e dos trabalhadores. A divisão das tarefas está relacionada a tudo o que é prescrito por quem organiza o trabalho e a divisão dos trabalhadores é a colocação destes em determinadas tarefas pela organização (PONTES, 2007).

A ergonomia organizacional está relacionada com a otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo sua estrutura organizacional, políticas, normas e processos. Tópicos relevantes incluem trabalho em turnos, programação de trabalho, conteúdo do trabalho, satisfação no trabalho, teoria motivacional, relação interpessoal com a gestão, trabalho em equipe e ética.

A abordagem de Organização do Trabalho definida para esse estudo diz respeito a análise do impacto do trabalho padronizado sobre as condições de trabalho, considerando o layout de acordo com os seus objetivos e metas, preconizando a qualidade, produtividade, saúde e bem-estar.

Para Abrahão et al., (2009) a importância da compreensão da organização do trabalho para a ergonomia reside no fundamental entendimento do comportamento da tarefa prescrita para o trabalhador qual é seu reflexo na atividade. Não se pode trabalhar com ergonomia sem compreender os determinantes das tarefas que, em boa parte, dependem dos pressupostos dos modelos de organização adotados.

De acordo com Abrahão *et al.*, (2009), pode-se considerar que modelos atuais de organização da produção e do trabalho já incorporam conceitos mais próximos do real. A produção é planejada de maneira mais integrada, em que a margem de liberdade na definição das tarefas é mais flexível, mesmo assim, ainda existem questões e desafios para as quais a ergonomia é solicitada a contribuir.

Para Carballada (2002) a organização do trabalho é uma estrutura e um processo de interações sociais. Estrutura, pois diz respeito à repartição de tarefas, à organização de serviços de apoio, horários etc. e um processo de interações sociais, porque é construída pelas pessoas e por suas atividades

### 2.2.2 ERGONOMIA COGNITIVA

Para Moraes e Mont'Alvão (2003), a Ergonomia Cognitiva caracteriza-se por aspectos relacionados com as questões da compreensão, lógica, compatibilização de repertórios e informações, significação de mensagens, complexidade da tarefa, dentre outros aspectos que resultam em perturbações para a seleção de informações, para as estratégias cognitivas e comprometem sua autonomia na resolução de problemas e tomada de decisões, como as dificuldades de decodificação, aprendizagem e memorização, em face de inconsistências lógicas e de navegação dos subsistemas comunicacionais e dialogais. Segundo a ABERGO (2024) define os processos mentais, como percepção, memória, raciocínio e resposta motora conforme afetem as interações entre os homens e outros elementos de um sistema.

De acordo com a International Ergonomics Association (IEA) (2024), a ergonomia cognitiva refere-se aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora, e seus efeitos nas interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema.

A Ergonomia Cognitiva é um campo de aplicação da ergonomia que tem como objetivo explicitar como se articulam os processos cognitivos face às situações de resolução de problemas nos seus diferentes níveis de complexidade (ABRAHÃO *et al.* 2005). Os temas mais relevantes referem-se ao estudo da carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, interação homem-computador, confiabilidade humana, estresse profissional e a formação quando relacionados a projetos envolvendo seres humanos e sistemas (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Para Weill-Fassina (1990) apud ABRAHÃO *et al.* (2005) propõe, como um dos objetivos da análise dos processos cognitivos, compreender como os indivíduos regulam a situação de trabalho, ao solucionar os problemas decorrentes da discrepância entre o que é prescrito (tarefa) e a realidade encontrada.

A ergonomia cognitiva investiga esses processos para compreender como um indivíduo gerencia o seu trabalho e as informações disponibilizadas para, assim, apreender a articulação que ele constrói e que o leva a realizar determinada ação (ABRAHÃO *et al.* 2005).

Os tópicos abordados incluem comunicações, gerenciamento de recursos dos coletivos de trabalho, projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho em grupo, projeto participativo, novos paradigmas do trabalho, trabalho cooperativo, cultura organizacional, organizações em rede, teletrabalho e gestão da qualidade, (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Para Falzon (2007), a ergonomia está diretamente envolvida: chega mesmo, às vezes, a se considerar como a disciplina capaz, por excelência, em virtude de seus métodos de análise e suas intervenções, de resolver os problemas que se colocam para os organizadores do trabalho. Organizadores que de fato, na maior parte das vezes, têm apenas a propor receitas tradicionais, ou improvisações muito empíricas. Dentro da abordagem da Ergonomia Organizacional, as situações de trabalho constituem-se frequentemente de sistemas formados por diversos componentes que se interagem com objetivos voltados a natureza humana e outros para a organização (GUÉRIN *et al.*, 2001).

### 2.2.3 ERGONOMIA FÍSICA

A International Ergonomics Association (IEA) (2023) define a ergonomia física como aquela que:

*Está relacionada com as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação com a atividade física. Os tópicos relevantes incluem o estudo da postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde (IEA, 2000).*

Segundo Attwood *et al.*, (2004); Iida, (2005) as características anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas dos trabalhadores são confrontadas com as exigências físicas do posto de trabalho que podem ter as seguintes propriedades: de manuseio de materiais, de movimentos repetitivos, exposição a posturas desconfortáveis, de realização de força, de compressão mecânica, de trabalho estático e dinâmico.

A ergonomia física busca adequar estas exigências aos limites e capacidades do corpo, através do projeto de interfaces adequadas para o relacionamento físico homem-máquina : as interfaces de informação (displays) as interfaces de acionamentos (controle). A atividade de trabalho deve estar adequada às possibilidades musculares e do metabolismo humano e nisto consiste dentro da ergonomia física, a saber sobre a fisiologia do trabalho (VIDAL, 1997).

Ainda segundo Attwood *et al.*, (2004) e Lida, (2005), as condições antropométricas dizem respeito às medidas do indivíduo. Por sua vez, essas são influenciadas por fatores como: sexo, idade e etnias. Tem como resultado as variáveis de altura, comprimento de membros, alcances e proporções corporais. Sua investigação é importante no sentido de adequar projetos de postos de trabalhos e produtos as características físicas de seus usuários.

Para Vidal (1997) a aplicabilidade da ergonomia física está na contribuição decisiva que fornece a muitos problemas verificados nos sistemas de trabalho. No campo dos postos de trabalho, problemas antropométricos e posturais efetivamente se verificam numa grande quantidade sejam eles industriais, agrícolas ou de serviços. Nos dois primeiros a atividade é em geral agravada pelo fato das tarefas comportarem igualmente um importante parcela de manuseio de materiais.

No campo dos postos de trabalho, as especificações da Ergonomia física se orientam para modificações do contexto físico do trabalho que evitem a produção de esforços excessivos ou inadequados como os movimentos repetitivos. Essas especificações colocam como exigência, em geral, reconfigurações do posto de trabalho que irão implicar em mudanças na tecnologia física que muitas vezes podem se tornar inviáveis do ponto de vista financeiro, como, por exemplo, elevar ou abaixar uma plataforma, ou ainda modificar toda uma instalação. O campo da ergonomia física, do ponto de vista de sua aplicabilidade, vai se consubstanciar na realização de especificações relativas ao posto e ao método de trabalho, bem como sobre o ambiente (VIDAL, 1997)

### **2.3 ERGONOMIA DOS FATORES HUMANOS**

Na abordagem dos fatores humanos, segundo Couto (2007), existem alguns princípios que visam a prevenção dos distúrbios osteomusculares que são: preparo do trabalhador para a tarefa, eliminar fatores de dificuldade na realização das tarefas, reduzir os esforços manuais, corrigir a postura do trabalhador a executar a tarefa, melhorar a área de alcance de trabalho, eliminar fontes de compressão mecânica, eliminar movimentos

desnecessários, enriquecer a atividade do trabalhador, diversificar as ações técnicas, promover rodízios nas tarefas, instituir pausas de recuperação, garantir o tempo de recuperação de fadiga com estudo de tempos e métodos.

A correção da postura refere-se à adoção de posições que são adotadas a fim de reduzir a demanda biomecânica sobre o sistema musculoesquelético, favorecendo a realização adequada das atividades. Para Gouveia (2012) ao adaptar o ambiente ao homem, obtém-se dois resultados: desempenho (produtividade, eficiência, qualidade, inovação, segurança) e bem-estar (saúde, satisfação, aprendizagem e conforto). Mondelo, Gregori e Barrau (1999), relatam que os benefícios de um posto de trabalho confortável se manifestam claramente em uma melhor eficiência do sistema produtivo e em um aumento da satisfação pessoal.

Montmollin e Darses (2011) entendem que existe uma complementariedade entre Ergonomia dos Fatores Humanos e Ergonomia da Atividade. Se, por um lado, a ergonomia da atividade humana não se orienta à elaboração de catálogos de dados gerais diretamente aplicáveis à concepção de dispositivos técnicos, como ocorre na abordagem dos Fatores Humanos (HF), por outro, sua atuação concentra-se precisamente nos contextos em que os responsáveis pela produção apresentam maior demanda por suporte analítico: as situações críticas de trabalho. Nesses contextos, as competências e habilidades mobilizadas pelos operadores assumem papel central na regulação da atividade, contribuindo de forma decisiva para a prevenção de incidentes e acidentes. Nessa perspectiva, os autores assinalam que não se faz necessária a hierarquização entre as duas correntes, uma vez que ambas oferecem contribuições complementares para a concepção e a gestão dos sistemas de trabalho.

A biomecânica, conceituada por Hall (2005) como o “estudo dos sistemas biológicos de uma perspectiva mecânica”, é apurada na ergonomia física através das variáveis: natureza do trabalho (estático e dinâmico), posturas do corpo (em pé e sentada), aplicação de forças (manuseio de materiais e acionamentos mecânicos). A indagação desses elementos em um estudo ergonômico mostra-se relevante para o equilíbrio entre a saúde do trabalhador e a demanda de um sistema produtivo (RANNEY, 2000; LÉON, 2001 e IIDA, 2005).

Segundo Hendrick (2008), Vink *et al* (2006) e Dul e Neumann (2009), a ergonomia tem sido reconhecida por diversos autores como uma disciplina de imenso potencial para a melhoria do conforto, segurança e saúde dos trabalhadores e incremento da produtividade dos sistemas e qualidade dos produtos.

A ergonomia física, principal característica abordada na presente pesquisa, tem como referência a biomecânica e sua relação com a atividade física e abordando as posturas e

movimentos, manuseio/transporte de materiais, área de alcance de trabalho, layout e os projetos de postos de trabalho, a ergonomia organizacional que determina a atividade dos trabalhadores e compreende ao menos seis aspectos: a. repartição de tarefas no tempo e no espaço; b. sistemas de comunicação, cooperação e interligação entre atividades, ações e operações; c. rotinas e os procedimentos da produção; d. exigências e os padrões de desempenho produtivo; e. mecanismos de recrutamento e seleção de pessoas para o trabalho; f. treinamentos, formação e capacitação para o trabalho (Vidal 1997 *apud* Camarotto *et al.*, 2018) e a ergonomia cognitiva que tem como objetivo explicitar como se articulam os processos cognitivos face às situações de resolução e problemas nos seus diferentes níveis de complexidade (ABRAHÃO, 2005).

Para quantificar e identificar os principais fatores de riscos biomecânicos (demanda osteomuscular) é possível a utilização de diferentes protocolos e ferramentas. Uma dessas possibilidades que avalia membros superiores e coluna vertebral é o checklist Sue Rodgers, desenvolvido por Suzanne Rodgers. Esta ferramenta consiste na coleta de dados relativos a segmentos corporais durante o desenvolvimento de uma tarefa, entendendo por tarefa a interação homem-máquina designada (MATTOS *et al.*, 2001).

A metodologia de análise desse checklist consiste na avaliação de três fatores: “esforço muscular por segmento corporal, duração do trabalho muscular e frequência do trabalho muscular por minuto” (GARCIA; PECE; MAIA, 2012). A partir desta avaliação, os resultados serão apresentados por através de uma escala de cores, indicando as áreas com maior prioridade para intervenção, de forma a facilitar a identificação das necessidades de ação corretiva com base em critérios pré-estabelecidos.

Segundo Teixeira (2014), a avaliação ergonômica de Suzanne Rodgers, corresponde a uma ferramenta de fácil aplicação, sendo capaz de mapear as áreas de risco do trabalho. Nela, os três fatores avaliados (esforço, duração e frequência) são aplicados a segmentos específicos do corpo humano, como: pescoço, braços, ombro, antebraço, mãos, punhos, tronco, dedos, pernas e pés. Para aplicação da ferramenta é necessário, primeiramente, selecionar a área de estudo, coletando as informações da tarefa, sendo essencial que seja realizado um estudo prévio da atividade que será avaliada. A partir deste estudo, é realizado um registro do posto de trabalho e então, inicia-se a coleta de dados. Nesta fase, três etapas são aplicadas com foco em cada seguimento corporal:

- Definição do nível de esforço: classificado como baixo, moderado ou pesado, esta etapa evidencia qual o grau de esforço solicitado no desenvolvimento de uma determinada atividade;
- Determinação do tempo de esforço: avaliação do tempo em que um seguimento corporal é mantido sob esforço, até o repouso, em segundos;
- Estabelecimento do número de esforços por minuto: contagem de quantas vezes um segmento corporal realiza esforço dentro de um minuto (MATTOS, 2001).

Essa ferramenta realiza a quantificação numérica, com pontuação indicativa de risco da ocorrência de LER/DORT, para diversos seguimentos corpóreos (LAPERUTA *et al.*, 2018). Avalia o nível de esforço em baixo (1), moderado (2) e pesado (3); o tempo de esforço de 0 a 6 segundos (1), 6 a 20 (2), 20 a 30 (3) e maior que 30 (4); e o número de esforços por minuto de 0 a 1 minuto (1), 1 a 5 minutos (2), 5 a 15 minutos (3) e maior que 15 minutos (4).

O nível de esforço é determinado a partir da visualização do movimento empregado na atividade, tendo como base as orientações descritas na Figura 1, além da observação e análise atividades realizada pelo trabalhador (CALDEIRA, 2021).

**Figura 01:** Modelo do Checklist de Suzanne Rodgers

SUZANNE RODGERS (MUSCLE FATIGUE ANALYSIS)							
Referências: Rodgers, Suzanne H. (1992). A functional job evaluation technique, Occupational Medicine: State of the Art Reviews. 7(4):679-711. Rodgers, Suzanne H.(1988). Job evaluation in worker fitness determination. Occupational Medicine: State of the Art Reviews. 3(2): 219-239.							
Região	Nível do esforço			Pontuação			Nível do risco
	Baixo [1]	Moderado [2]	Pesado [3]	Nível de esforço	Duração do esforço	Frequência do esforço	
					Ver tabela A		
<b>Pescoço</b>	Pescoço neutro. Em rotação parcial. Pescoço em flexão de 0 a 20°.	Cabeça gira para o lado. Cabeça está totalmente para trás. Pescoço em flexão cerca de 20°.	Idem ao moderado, porém com aplicação de força. Pescoço em flexão acima de 20° (queixo toca no peito).				
<b>Ombros</b>	Ombros neutros. Ligeiramente em abdução. Ombros em flexão com algum suporte.	Ombros em abdução sem suporte. Braços trabalhando no nível dos ombros ou acima.	Aplicando força ou sustentando peso com os braços afastados do corpo.	Dir.			
				Eq.			
<b>Tronco</b>	Tronco ereto. Sentado com suporte lombar. Ligeiramente inclinado ou flexionado.	Em flexão frontal sem carga. Levanta carga com peso moderado próximo ao corpo. Trabalho próximo ao nível da cabeça.	Levantando ou aplicando força com rotação de tronco. Grande esforço enquanto flexiona o tronco.				
<b>Braços Ante braços</b>	Neutro. Braços afastados do corpo, sem carga. Levantamento de cargas leves (< 1kg) próximo ao corpo. Sem rotação frontal.	Rotação do braço enquanto exerce força moderada.	Aplicação de grande força com rotação. Levantamento de cargas com braços em extensão.	Dir.			
				Eq.			
<b>Punho Mãos Dedos</b>	Força leve ou cargas mantidas próximas do corpo; punhos neutros. Esforços de prensão em manípulos confortáveis.	Prensão em manípulos largos ou estreitos; angulação moderada dos punhos, especialmente em flexão; uso de luvas confortáveis.	Esforços em pinça; desvios significativos dos punhos; objetos com superfícies escorregadias.	Dir.			
				Eq.			
<b>Pernas Joelhos</b>	Parado. Caminhando sem flexionar-se. Peso do corpo distribuído nos dois pés.	Flexionado à frente. Inclinado sobre a mesa de trabalho. Peso do corpo sobre um pé. Gira o copo sem exerce alguma força.	Exercendo grande força para levantar ou empurrar algum objeto. Se agacha enquanto exerce alguma força.	Dir.			
				Eq.			
<b>Tornozelos Pés Dedos</b>	Parado. Caminhando sem flexionar-se. Peso do corpo distribuído nos dois pés.	Flexionado à frente. Inclinado sobre a mesa de trabalho. Peso do corpo sobre um pé. Gira o copo sem exerce alguma força.	Exercendo grande força para levantar ou empurrar algum objeto. Se agacha enquanto exerce alguma força.	Dir.			
				Eq.			
Atenção: Prioridade N/A (não se aplica) significa que a combinação da duração e frequência selecionada não é possível.							
<b>Tabela A</b>		<b>Pontuação = 1</b>	<b>Pontuação = 2</b>	<b>Pontuação = 3</b>	<b>Pontuação = 4</b>		
<b>Duração do esforço</b>		< 6 s	6 a 20 s	20 a 30 s	> 30 s		
<b>Frequência do esforço</b>		< 1 / min	1 a 5 / min	> 5 a 15 / min	> 15 / min		

Fonte: Ergostore (2022)

Essa avaliação contempla os segmentos do pescoço, ombros, tronco, braços, punho, mão e dedos, pernas, joelhos, tornozelos, pés e dedos (SANTOS *et al.*, 2017). O primeiro dígito representa o esforço, o segundo a duração e o terceiro a frequência. Esta ferramenta permite identificar as posturas de trabalho mais danosas, avaliando os esforços em determinadas partes do corpo, previamente definidas (COUTO, 2002). De acordo com nível do esforço, tempo do esforço contínuo e a frequência desse esforço. A partir dos valores

encontrados, existe quatro tipos de resultados sobre prioridades das ações: baixa, média, alta e muito alta, sendo representadas pelas cores verde, amarela, vermelho e roxo, respectivamente (SANTOS *et al.*, 2017).

O resultado dessa avaliação é expresso por segmento corporal, utilizando-se de cores que demonstram a ordem de prioridade, sendo estas: verde (prioridade baixa), amarelo (prioridade média), vermelho (prioridade alta) e púrpura (prioridade muito alta), como observado na tabela 2 (TEIXEIRA, 2014):

**Tabela 2:** Resultados possíveis: Suzanne Rodgers

Baixa	Média	Alta	Muito alta
111	123	223	323
112	132	313	331
113	213	321	332
121	222	322	4XX
122	231		X4X
131	232		XX4
211	312		
212			
221			
311			

Fonte: Adaptado de Lima *et al.* (2011)

## 2.4 ERGONOMIA DA ATIVIDADE

A abordagem da ergonomia da atividade se concentra na compreensão e melhoria dos processos de trabalho, analisando as atividades reais dos trabalhadores. Brunoro *et al.* (2017) enfatiza a importância de reconhecer a centralidade do trabalho, a subjetividade e a organização na sustentabilidade corporativa. A eficácia da ação ergonômica depende dos conceitos de ergonomia centrada na atividade, formação de equipes multidisciplinares e bases conceituais de treinamento (NEVES *et al.*, 2018).

Para Guérin *et al.* (2001), a ergonomia da atividade é uma abordagem original para a transformação e a concepção dos meios técnicos e organizacionais de trabalho e um meio de revelar novas questões sobre o funcionamento do homem no trabalho, confrontando o trabalho projetado pela organização e as condições de sua execução com o trabalho realmente desenvolvido pelos trabalhadores.

A intervenção sobre os ambientes e condições de trabalho, deve ser baseado em uma análise criteriosa e global da organização do trabalho, que incluem a análise ergonômica do trabalho, a diferença entre o prescrito e real, análise da atividade, do conteúdo das tarefas, dos modos operatórios, dos postos de trabalho; do ritmo e da intensidade do trabalho; dos fatores mecânicos e condições físicas dos postos de trabalho; das normas de produção; dos sistemas de turnos, dos sistemas de premiação, dos incentivos, dos fatores psicossociais, individuais e das relações de trabalho entre colegas e chefias (GUÉRIN *et al.*, 2001).

Para que seja possível essa adaptação do trabalho ao homem, é essencial a análise da atividade que consiste em compreender o trabalho que é efetivamente realizado, as dificuldades encontradas e as estratégias utilizadas para superá-las. No final, os dados levantados permitem formular hipóteses de trabalho que delineiam os rumos a serem seguidos, para que, no final da análise, seja possível elaborar um diagnóstico e fornecer as recomendações ergonômicas (GEMMA *et al.*, 2010).

#### **2.4.1 TRABALHO PRESCRITO E TRABALHO REAL**

Segundo Guérin (2001), a tarefa não é o trabalho, mas o que é prescrito pela organização. A atividade é o que o operador realmente mobiliza para realizar a tarefa.

Dejours *et al.* (1994) descreve que trabalho prescrito pode ser entendido como a tarefa que é imposta ao trabalhador pela empresa. Se a tarefa for seguida à risca, o trabalho se torna impossível. Para Ferreira (2003), as tarefas têm as seguintes características: 1) toda tarefa é preexistente à atividade; 2) toda prescrição veicula um modelo de sujeito, explícita ou implicitamente; 3) toda prescrição requer a atividade de elaboração mental e a atividade de execução.

A tarefa assume um sentido mais amplo do que o usual, consistindo em tudo que é imposto ao trabalhador por instâncias externas. Ou seja, a tarefa está ligada à forma como a organização impõe sua gestão ao trabalhador para atingir seus objetivos, sendo por isso o conjunto de prescrições, regras, normas, modos operatórios e dispositivos fixados na produção (GEMMA *et al.*, 2021, cap. 14). A tarefa é definida em um determinado cenário, pela maneira como se organiza o trabalho, pela organização da produção (ABRAHÃO, 2009).

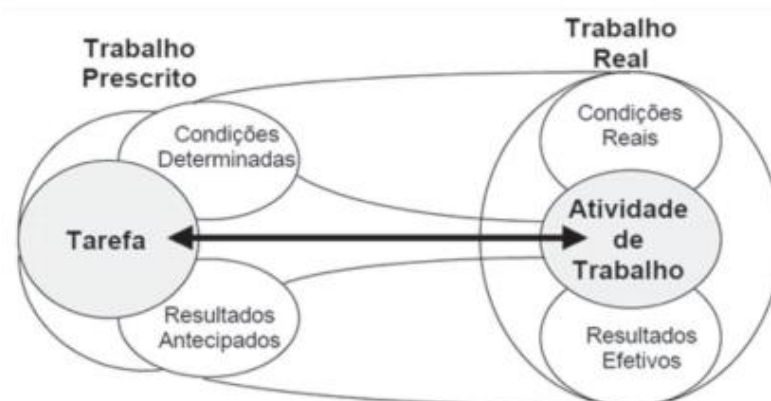
Para Falzon (2007), a tarefa define-se por meio de seus objetivos – quantitativos ou qualitativos – e por suas condições, de acordo com os procedimentos, constrangimentos, meios postos à disposição, características do ambiente físico, cognitivo e coletivo do trabalho.

A tarefa é indispensável, pois ela autoriza a realização do trabalho, de modo a fornecer um quadro de referência para que o indivíduo exerça o seu trabalho. No entanto, ela determina certo controle sob funcionamentos, gestos e ações com o intuito de otimizar a produtividade – que pode ser difícil de gerenciar pelos operadores. Sendo a tarefa um resultado antecipado, fixado dentro de condições determinadas, dizemos que é o que se deve fazer, o que se espera implícita ou explicitamente do trabalhador (GEMMA *et al.*, 2021).

Muitas vezes há um verdadeiro abismo entre aquilo que se pressupõe e aquilo que de fato acontece. Da mesma forma que, numa situação de produção baseada no modelo taylorista-fordista há uma distância entre a organização do trabalho prescrita e a real, há também diferenças significativas entre a tarefa prescrita e aquilo que é realizado (ABRAHÃO, 2009).

A atividade de trabalho são as manobras realizadas pelo trabalhador para se adaptar à situação real de trabalho, ou seja, ao trabalho não visível (DEJOURS, 2014). A diferença entre o trabalho prescrito e o trabalho real é uma materialização das contradições no trabalho: o que é pedido e o que a coisa exige (MAGGI, 2006). Conforme destacado por Guérin *et al.* (2001) em “*Compreender o Trabalho para Transformá-lo*” é essencial não confundir a tarefa com a atividade. A tarefa representa o trabalho prescrito, o que é formalmente esperado que o trabalhador realize, enquanto a atividade corresponde àquilo que é realmente executado na prática, refletindo as adaptações e variações que o trabalhador implementa em resposta às condições concretas de sua atuação, como mostra a Figura 2, pois a tarefa sempre se refere ao que é formal ou informalmente prescrito pela empresa para que os trabalhadores alcancem os resultados esperados (BEDIN *et al.* 2019).

**Figura 2: Trabalho real x trabalho prescrito**



Fonte: Guerin *et al.* 2001, p.15.

Nesse sentido, o(a) trabalhador(a) não age somente como executor(a) mecânico(a) de regras e prescrições impostas exteriormente pela organização, mas como operador(a), dotado(a) de conhecimentos e habilidades específicas, que cria modos de operar e elabora estratégias para enfrentar as variabilidades do trabalho, a partir de uma história de vida e de um contexto socioeconômico particular. Por isso, os pesquisadores da ergonomia da atividade usam, frequentemente, o termo operador (a) quando se referem aos(às) trabalhadores(as): esse termo salienta a relação dinâmica, ativa e criativa que as pessoas normalmente têm com o seu trabalho (GEMMA *et al.*, 2021, cap. 14).

Segundo Abraão *et al.* (2009), a tarefa é um conjunto de prescrições, segundo determinadas normas, padrões de qualidade e quantidade, equipamentos e ferramentas. Abrange as condições de trabalho, pois estas influenciam as possibilidades de ação e impõe um modo de funcionamento do operador em relação ao tempo.

Para Falzon (2007), a tarefa tem como objetivo o estado final desejado pela organização e se define pelas condições de sua realização, como: os procedimentos, os constrangimentos de tempo, às características do ambiente físico, cognitivo e coletivo, às características sociais do trabalho, os meios colocados à disposição. Por outro lado, a atividade é finalizada pelo objetivo que o operador estabelece para si, a partir do que foi prescrito pela tarefa. A atividade inclui o observável e o não observável, ou seja, o aspecto mental, que gera o comportamento.

De acordo com Abrahão (2000), a tarefa inclui estrutura física, mobiliário, equipamentos, procedimentos etc. Pode ser entendida como a forma como o trabalho é controlado, as más condutas são removidas, o trabalho improdutivo é minimizado, a produção é maximizada, quais ações devem ser realizadas e os tempos de execução.

As discrepâncias entre a tarefa admitida pelo operador, projeto de comportamento para ele, e a atividade realizada, provêm das adaptações regulações face aos imprevistos, às condições de execução, ao estado da pessoa, à performance e aos efeitos percebidos por ele. (CHRISTOL, MAZEAU, 2004).

Segundo Guérin *et al.* (2001), a atividade é o elemento central na organização para a estruturação dos componentes da situação de trabalho - responde aos constrangimentos externos e é capaz de transformá-los. A atividade organiza e coloca em ação as dimensões técnicas, econômicas e sociais do trabalho.

A análise da atividade é uma metodologia que observa o comportamento humano, analisando de maneira detalhada cada um dos deslocamentos, posturas, comunicações, direção do olhar, verbalizações, condutas, procedimentos cognitivos, modos operatórios, enfim tudo que relaciona o operador à atividade de trabalho. Segundo Wisner (1994):

“Todas as atividades devem ser observadas, sejam elas prescritas, imprevistas ou até inconscientes por parte dos trabalhadores” (WISNER, 1994, p. 94).

O conceito de atividade estabelece um dos principais referenciais da atuação ergonômica. E pode ser compreendido, de acordo com Guérin et al. (2001) e Abrahão et al. (2009), sob diferentes dimensões:

- a) Uma delas pode ser definida como sendo o que o trabalhador faz: suas ações, suas decisões para atingir os objetivos definidos na tarefa ou redefinidos de acordo com o real;
- b) A outra considera a forma segundo a qual o trabalhador usa de si para atingir os objetivos. Essa dimensão contempla o funcionamento muscular, a produção e troca de energia, o funcionamento do sistema nervoso, central e periférico, enfim, todo o uso, o dispor do corpo nos seus mais diferentes aspectos para agir;
- c) A atividade pode ser analisada também a partir das estratégias operatórias adotadas pelo trabalhador para cumprir as metas com as condições fornecidas.

Para Zamboni e Barros (2012), o conceito de atividade em ergonomia destaca a lacuna entre o trabalho prescrito e o trabalho real, enfatizando as contínuas variações e adaptações que os trabalhadores fazem em suas tarefas.

Segundo Bedin *et al.* (2019) durante a realização das atividades de trabalho, o trabalhador estabelece um compromisso entre objetivos de produção, suas características próprias e sua capacidade de atingir esses objetivos. As consequências podem ter impactos positivos, como a aquisição de novos conhecimentos, experiência e qualificação, mas também podem ocasionar impactos negativos, como alteração na saúde do trabalhador (Guérin et al., 2001). Nesse sentido, é fundamental analisar as variabilidades da atividade, uma vez que elas moldam a maneira como o trabalhador opera para atingir os resultados propostos (Bedin *et al.* 2019).

Existe um grande distanciamento entre o que é a tarefa prescrita e o que realmente é realizado pelo trabalhador, sendo que a distância entre o prescrito e o real é a manifestação concreta da contradição sempre presente no ato de trabalho, entre “o que é pedido” e “o que a

coisa pede” (GUÉRIN *et al.*, 2001). Ainda segundo Guérin *et al.* (2001), a análise do trabalho permite compreender como os operadores enfrentam a diversidade e as variações de situações e quais consequências trazem para sua saúde e para a produção.

Diante desse contexto, a ergonomia da atividade se coloca, desde sua constituição teórica, em confrontação com o que é prescrito e o que efetivamente é realizado. No entanto, ela também é convocada para ajudar a transformar o trabalho, seja no nível do projeto de uma situação que ainda não existe ou, para adequar uma situação já existente, na qual os pressupostos se distanciam destes considerados clássicos. Poderíamos considerar que, modelos atuais de organização da produção e do trabalho, já incorporam conceitos mais próximos do real. A produção é planejada de maneira mais integrada, em que a margem de liberdade na definição das tarefas é mais flexível, mesmo assim, ainda existem questões e desafios para as quais a ergonomia é solicitada a contribuir (ABRAHÃO, 2009).

Convém reforçar alguns aspectos que na perspectiva da ergonomia contrapõem-se à dos modelos clássicos. Primeiramente, enquanto os modelos clássicos orientam o planejamento da produção com base em médias, seja com relação à população, seja em relação com os dados de produção (volumes, produtividade, qualidade), a ergonomia considera a variabilidade inter e intra individual, as variações na produção e os eventos. Na situação de trabalho, as normas de produção são confrontadas com as características dos trabalhadores e as condições de trabalho, e é a partir desta interação que os resultados do processo produtivo são alcançados (ABRAHÃO, 2009), como demonstrado a figura 3.

**Figura 3: Representação gráfica da situação de trabalho**



Fonte: Adaptado de Guérin et al. (2001, p. 27).

Na representação gráfica apresentada pelos autores, o contrato é concebido como o instrumento regulador da relação entre o trabalhador e a organização, delineando as regras gerais, as normas, e os meios necessários para alcançar os objetivos propostos. Nesse contexto, a ergonomia organizacional desempenha um papel crucial na implementação do trabalho padronizado. Ela facilita a criação de uma relação eficaz entre o trabalhador e a empresa, proporcionando os recursos adequados para a realização das atividades. Segundo Junior (2013) o trabalhador estabelece uma relação com a empresa que disponibiliza os meios para a realização do trabalho. Da sua atividade resultam a qualidade e a quantidade de produtos e os impactos sobre a saúde, a melhoria das competências, doenças, ou mesmo acidentes resultantes da interação dos outros elementos presentes na situação do trabalho.

#### 2.4.2 VARIABILIDADE DO TRABALHO

Para Abraão (2000) e Wisner (1994), o trabalho é usualmente concebido sob o respaldo da divisão de tarefas e baseado na racionalidade técnica em que os critérios de produção, as normas, as regras e os meios de produção são estruturados nos limites do

trabalhador médio assumindo a execução de uma tarefa estável. Dejours (2014) afirma que as normas consolidadas atuam como limitadores ou facilitadores da realização da atividade, visto que a singularidade das situações de trabalho faz que a realidade de execução sempre ultrapasse o modelo idealizado nos dispositivos técnicos. Dejours (2008), relata que é impossível alcançar a qualidade desejada, respeitando cuidadosamente as prescrições. Trabalhar tem como hipótese passar por processos que se afastam das prescrições.

A noção de variabilidade em ergonomia está relacionada à distância entre o previsto e o realizado (ABRAHÃO, 2000). Tal conjunto de variabilidades permite a explicação da determinação da tarefa para a realização do trabalho (ZAMARIAN e MAGGI, 2006). Ainda por Abrahão (2009) o do conceito de tarefa está associada à certeza da variabilidade existente nos sistemas de produção. O conceito de variabilidade se encontra na distância entre trabalho prescrito e real (BRITO, 2018).

Para Bedin *et al.* (2019) como existem diferentes atividades de trabalho com seus objetivos, propósitos, funções e modos de execução, existem também diferentes níveis de variabilidade. Quanto mais próximo da tarefa, mais sistematizada e controlada será a atividade de trabalho e menor será sua variabilidade (ZAMARIAN e MAGGI, 2006; GUÉRIN *et al.*, 2001).

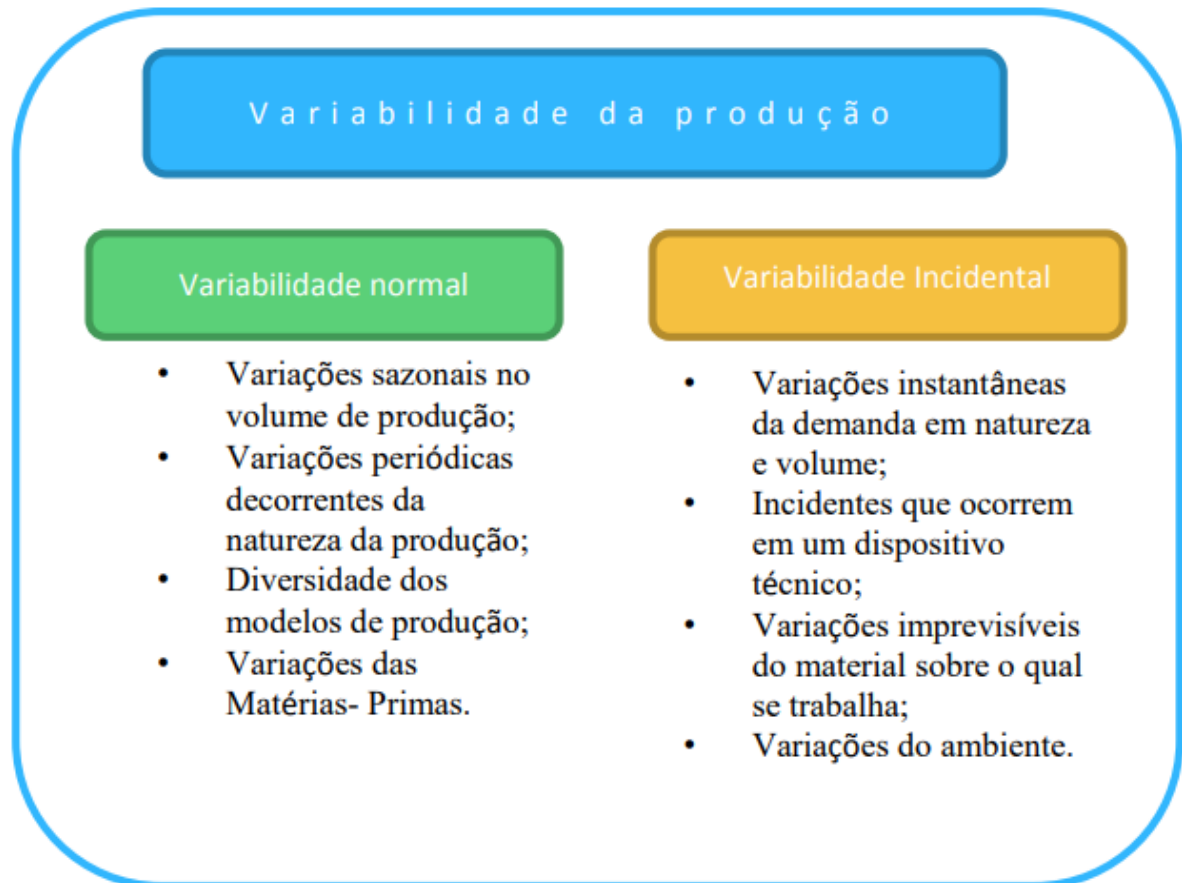
Segundo Abrahão (2009) o conceito de variabilidade está incorporado já na prescrição do trabalho. Não há uma tentativa de prescrever tudo para poder tudo controlar, a fim de se tentar produzir conforme o previsto. Há, nesta concepção mais moderna da tarefa, um espaço significativo para o imprevisto, para o aleatório, para o evento indeterminado. O espaço do prescrito fica mais reduzido, mas ele continua existindo, uma vez que não se pode pensar em produção sem um projeto inicial para a tarefa, mesmo que este possa ser modificado, evoluir, ser fruto de negociações.

Segundo Gomes e Schwartz (2014) consideram as variabilidades inerentes à organização do trabalho as variações que ocorrem nas matérias-primas, nos processos, na demanda, no ritmo de trabalho e nos equipamentos, entre outros. Já em relação aos próprios trabalhadores, estão as variações na competência, diferentes motivações e experiências (ABRAHÃO, 2000; GUÉRIN *et al.*, 2001). As variabilidades incidem sobre a atividade de trabalho, solicitando que os trabalhadores moldem seus modos operatórios para atingir os resultados propostos (HUBAULT, 2018).

Outra evolução do conceito de tarefa está associada à certeza de que não há estabilidade nos sistemas de produção. Tal pressuposto é defendido pelos ergonomistas da

atividade desde os seus primórdios, nos anos 1950, quando introduz a noção de variabilidade na produção (ABRAHÃO, 2009), conforme figura 4:

**Figura 4: Variabilidade da Produção**



Fonte: adaptado de Abrahão et al. (2009, p. 51)

Segundo Guérin *et al.* (2001), a variabilidade está presente em todas as situações do ambiente de produção e está associada ao que não foi previsto e que, muitas vezes, é manifesto nessas situações. As variabilidades podem decorrer da organização ou dos sujeitos.

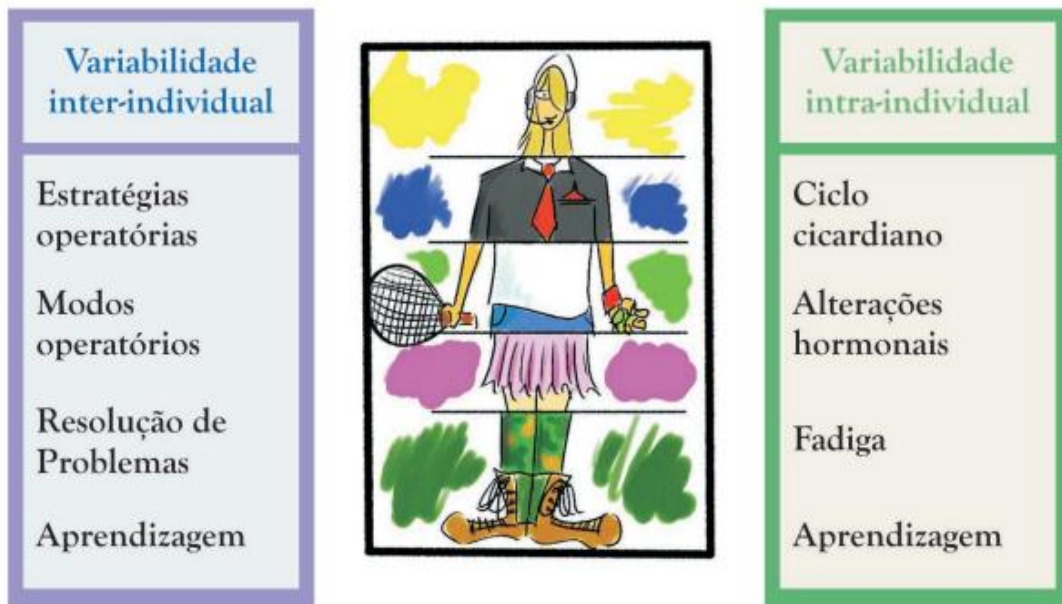
A variabilidade intra-individual, abordada na ergonomia da atividade, chama a atenção para o estado pessoal de cada indivíduo em função da variável tempo. Assim, de acordo com Ferreira (2003), três recortes marcam a variabilidade dos sujeitos: 1) variações de curto prazo: envolvem a jornada de trabalho, as exigências cotidianas, pelas mudanças impostas ao corpo pelos ritmos biológicos, pelos acontecimentos sociais fora do trabalho; 2) variações a médio prazo: envolvem semana ou meses. É influenciada pelo desgaste acumulado, produzindo um sentimento de fadiga crônica; 3) variações a longo prazo: envolvem anos ou décadas e são determinadas não só pelo envelhecimento biológico, mas também pelos efeitos desencadeados nos contextos de trabalho. Todas as variabilidades são consideradas para caracterizar a natureza

da atividade e as condições de trabalho. Porém, estas exigem o esforço de natureza física e/ou mental que se constitui na carga de trabalho (MONTMOLLIN, 1990 e DANIELLOU *et al.*, 1989).

Para Gemma *et al.* (2021, cap.14) a diversidade e variabilidade dos trabalhadores pode ser interindividual ou intra-individual. A diversidade interindividual baseia-se nas diferenças entre trabalhadores: gênero, estatura, alcance, acuidade visual, formação, experiências de vida e experiências profissionais. Os constrangimentos e as dificuldades que cada um vivencia são diferentes. Um mesmo posto de trabalho ocupado por trabalhadores (as) distintos(as) pode ser usado de forma singular, já que as estratégias adotadas, o grau de fadiga resultante, os raciocínios por eles utilizados geralmente são distintos, ainda que os resultados da produção sejam semelhantes. Já a diversidade intra-individual assenta-se nas variações de estado físico e mental de cada trabalhador. Estas variações podem ser de curto ou de longo prazo. As variações de curto prazo ocorrem porque o organismo humano reage a ritmos biológicos que se manifestam variáveis ao longo do dia. Essas variações podem ser afetadas por medicamentos, acontecimentos familiares, do transporte ou do trabalho, uma noite mal dormida, e que modificam o estado do indivíduo, podendo levar à diminuição da atenção ou à variação de humor. As variações de longo prazo são decorrentes do estado funcional do organismo do indivíduo, que se transforma com o passar dos anos. Isto decorre do envelhecimento ou de efeitos do meio de trabalho.

Podemos dizer que em ergonomia o ser humano é considerado um ator intencional cujas ações são finalizadas na situação de trabalho. Por essa razão, procuramos compreender os seres humanos na sua diversidade (diferenças interindividuais), na sua variabilidade (variações intra-individuais resultantes, por exemplo, da fadiga, dos ciclos e dos ritmos...), e na sua evolução a médio e longo prazos (desenvolvimento de competências, envelhecimento...). Essas características nos ajudam a entender melhor o efeito das condições de trabalho sobre uma determinada população de trabalhadores (ABRAHÃO, 2009), conforme figura 5:

**Figura 5:** Variabilidade inter-individual e intra-individual



Fonte: Abrahão, 2009

Para Abrahão (2009), o organismo humano possui características de funcionamento e limitações que influenciam a forma pela qual compreendemos o mundo e agimos sobre ele. Não somos capazes de trabalhar da mesma forma depois de uma noite mal dormida, por exemplo. Nossas experiências, dentro e fora do ambiente de trabalho, modificam as estratégias adotadas e as ações futuras. Podemos dizer que existe, portanto, uma variabilidade intra-individual. Esta variabilidade é influenciada pelas alterações fisiológicas do ser humano: envelhecimento, adoecimento, ciclos circadianos e, no caso das mulheres, o ciclo menstrual, entre outras.

Ainda segundo Abrahão (2009) as pessoas, na situação de trabalho, muitas vezes não estão sozinhas, e o ambiente é compartilhado com outros indivíduos. Existe uma variabilidade nas características, experiências e fazeres de cada trabalhador. Essa diferença é chamada de variabilidade interindividual.

Além da variabilidade intra e interindividual, sabemos que as situações de trabalho não se mantêm uniformes no decorrer do tempo, seja em função de uma variabilidade prevista, como os efeitos sazonais, ou de uma variabilidade imprevisível, decorrente de eventos inesperados e flutuações nas demandas. O mau funcionamento de um equipamento, por exemplo, pode modificar todo o fluxo de uma tarefa, exigindo do trabalhador a elaboração de estratégias operatórias que possibilitem a resolução do problema (ABRAHÃO, 2009)

A ergonomia questiona alguns enfoques de inspiração baseadas no sistema tradicional de produção, chamando a atenção para a diversidade interindividual (SILVA, 2011). Esta imprime especificidades para cada posto de trabalho, manifestando-se por meio de posturas, gestos, regulações, modos operatórios diferentes. Resultados semelhantes implicam em custos diferentes para indivíduos diferentes (GUÉRIN, *et al.*, 2001).

Dejours (2014) comenta que se as empresas conhecerem suas variabilidades, determinando suas causas, é possível reduzir os impactos da incidência por meio do desenvolvimento de projetos.

Gemma *et al.* (2021, cap.14) relata que outra parte da variabilidade normal ou incidental da produção é aleatória e não se podem fazer previsões. São exemplos: variações instantâneas de demanda, em natureza e volume; incidentes com dispositivos técnicos, quebra de ferramentas, desajustes de máquinas e interrupção de energia; variações imprevisíveis da matéria-prima e variações ambientais (como as meteorológicas ou de tráfego). Diante do exposto, faz-se necessário compreender como estas variabilidades internas e externas se refletem nos indivíduos nos contextos de trabalho. Elas integram, entre outros, os elementos que compõem a carga de trabalho.

Falzon e Sauvagnac (2007) apontam a ambiguidade do termo carga, que tanto “pode se referir ao nível de exigência de uma tarefa num dado momento, ou às consequências desta tarefa”. O nível de exigência, ou constrangimento, é definido pela tarefa e é condicionado pelas metas a serem atingidas (objetivos organizacionais, resultados esperados em quantidade e qualidade, padrões). Já o esforço está vinculado à atividade, ou seja, durante a realização do trabalho em si, exigindo certo grau de mobilização do trabalhador – esforço físico, cognitivo e psíquico empregados.

## **2.5 ERGONOMIA PARTICIPATIVA**

O envolvimento dos trabalhadores tende a aumentar sensivelmente as chances de sucesso na implementação dos métodos de produção. Para Hendrick (2008) a ergonomia participativa é uma metodologia comprovada para garantir que os benefícios derivados de uma intervenção ergonômica terão resultados eficientes.

Os funcionários conhecem melhor os problemas do seu trabalho e quais alternativas ergonômicas serão mais satisfatórias para eles. Quando, através da ergonomia

participativa, estão envolvidos no processo, é provável que “aceitem” as mudanças no sistema de trabalho (HENDRICK, 2008). Ainda para o autor, mais importante ainda, o processo de ergonomia participativa é a única forma comprovada de estabelecer uma cultura de ergonomia e segurança que, por sua vez, permite que os resultados da intervenção sejam duradouros.

Segundo Smith (2003) o desenvolvimento de uma cultura de ergonomia depende fortemente do envolvimento ativo dos trabalhadores na identificação de problemas e na construção de soluções. Essa abordagem está alinhada aos princípios da ergonomia participativa e ao entendimento de que os trabalhadores possuem conhecimentos privilegiados sobre o trabalho real, suas variabilidades e estratégias de regulação.

Noro (1991) afirma que a Ergonomia Participativa é uma nova tecnologia para a disseminação da informação ergonômica, salientando que essa disseminação é vital para uma utilização efetiva do conhecimento ergonômico por toda a organização, toda a instituição e, ainda, podendo ser estendida a quaisquer instituições de ensino.

A Ergonomia participativa significa envolver ativamente os trabalhadores no desenvolvimento e implementação de mudanças no local de trabalho que irão melhorar a produtividade e reduzir os riscos à segurança e à saúde (LIMERICK, 2018).

Segundo Brown (2005) os trabalhadores são os verdadeiros especialistas em suas atividades, possuem expertise nos conhecimentos, habilidades, ferramentas, facilitação, recursos e incentivos, são as melhores pessoas para identificar e analisar problemas. Além disso, são capazes de desenvolver e implementar soluções eficazes para a redução de riscos de lesões e de melhoria da produtividade, garantindo, ao mesmo tempo, a aceitação das mudanças por parte dos envolvidos.

Um programa de ergonomia participativa normalmente emprega uma ou mais equipes reunidas com o propósito de melhorar o design do trabalho, e o elemento comum é garantir a utilização do conhecimento especializado que os trabalhadores têm de suas próprias tarefas, envolvendo os trabalhadores e outros potencialmente afetados pelas mudanças proposta (LIMERICK, 2018).

A ergonomia participativa é relatada como tendo uma série de benefícios, além da redução dos riscos de lesões musculoesqueléticas, como a melhora fluxo de informações dentro de uma organização, melhora na significância do trabalho, mudanças tecnológicas e organizacionais mais eficientes e adaptáveis (HAINES e WILSON, 1998; BROWN, 1993; HAIMS e CARAYON, 1998).

## 2.6 ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS

Para Womack e Jones (2004), a manufatura tradicional utiliza-se do estudo de tempo e movimento para determinar o procedimento de trabalho mais eficiente e um tempo padrão é atribuído a uma tarefa determinada. Porém, este pode não ser o melhor método, pois foi apenas aquele que o operador usou quando foi observado. Utilizando-se este processo cria-se um padrão que não reflete a realidade.

O estudo de tempos foi originado por Taylor no início do século 20 e é usado para estabelecer tempos-padrão para o desempenho no trabalho. Uma das formas de determinar o tempo-padrão das atividades é por meio do uso de sistemas de tempos pré-determinados. O estudo do método, ou movimentos, determina as atividades que devem ser incluídos nos trabalhos, já a medida do trabalho ou estudo de tempos, como o próprio nome diz, preocupa-se com a medição do tempo que deve levar a execução dos trabalhos (SLACK *et al.*, 2009).

Frank e Lillian Gilbreth expandiram os métodos de Taylor no início dos anos 1900 para desenvolver o "estudo de tempo e movimento". Eles visavam melhorar a eficiência eliminando etapas e ações desnecessárias. Ao aplicar essa abordagem, os Gilbreths reduziram o número de movimentos na alvenaria de 18 para 4,5, permitindo que os pedreiros aumentassem sua produtividade de 120 para 350 tijolos por hora (JAMIL *et al.*, 2013).

Barnes (2013) afirma que o estudo de tempos e movimentos poderá ser usado para determinar o tempo padrão que um operador devidamente treinado e com experiência gastaria para realizar uma tarefa específica, trabalhando normalmente.

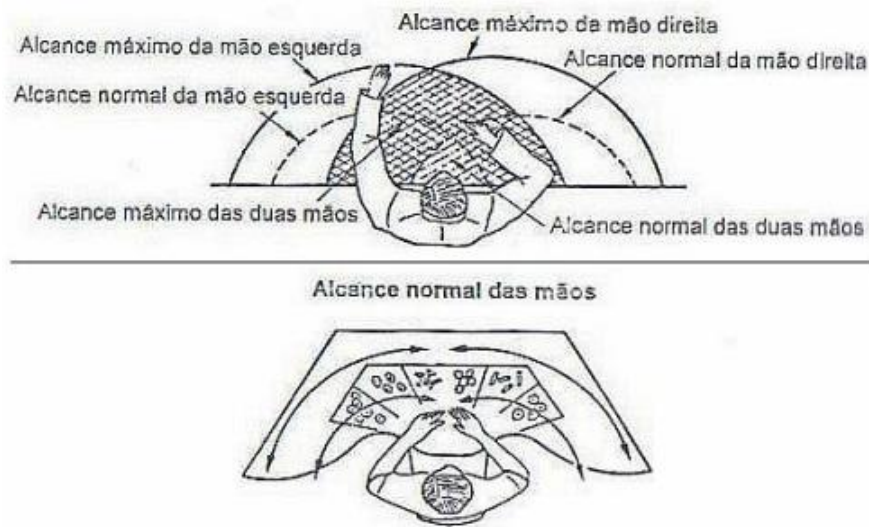
Maynard (2001) apresenta cinco princípios que auxiliam na produtividade, que ele chamou de "características do movimento fácil". Estes princípios estão resumidos a seguir:

1. Os movimentos devem ser simultâneos
2. Os movimentos devem ser simétricos
3. Os movimentos devem ser naturais
4. A trajetória do movimento deve ser rítmica
5. A trajetória do movimento deve ser habitual

Para Shingo (1996) existem normas para manuseio de ferramentas e componentes:

- Ferramentas e componentes manuseados com frequência com a mão direita devem ser colocados dentro do alcance normal de trabalho, e os manuseados ocasionalmente devem ser colocados dentro do alcance máximo, conforme figura 6.
- É mais fácil mover as mãos de dentro para fora do que de fora para dentro;
- É mais fácil empurrar do que puxar.

**Figura 6:** Regiões de alcance das mãos.



Fonte: Shingo (1996).

A elaboração de projetos de trabalho com base em conceitos de engenharia proporciona uma abordagem mais abrangente, identificando oportunidades de melhorias que demandam o uso de técnicas de resolução de problemas, com foco na melhoria dos métodos, análise e padronização de processos produtivos, além de estudos de tempo e movimento (LUCAS *et al.*, 2017).

Segundo Barnes (2013) o arranjo físico permite ao operador encontrar os materiais e ferramentas sempre no mesmo local, da mesma forma deve ocorrer com relação aos conjuntos montados e peças acabadas, o que permitiria a criação de um hábito, garantindo rápido desenvolvimento e automaticidade.

O MTM é um método para descrição, estruturação, configuração e planejamento de sistemas de trabalho (MTM, 2011). Segundo Ma *et al.* (2010), o MTM é um sistema de tempos pré-determinados que fornece tempos tabelados para movimentos do corpo humano para a estimativa de duração da execução de tarefas e pode ser utilizado para a

determinação do método e do tempo que um operador qualificado necessita para executar uma atividade com um desempenho especificado.

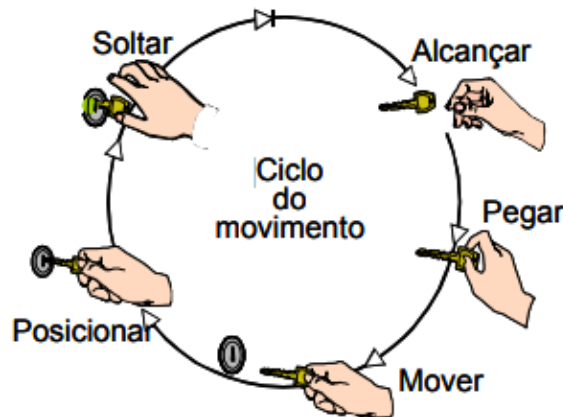
Segundo Barnes (1977), o estudo de tempos, introduzido por Taylor, foi usado principalmente na determinação de tempo padrão, Taylor partia do pressuposto de que o trabalho precisava ser cientificamente observado de modo que, para cada tarefa, fosse estabelecido o método correto de executá-la, com um tempo determinado para que resultasse no maior aproveitamento em menor espaço de tempo, poupando assim o trabalhador, depois de calculado o tempo-padrão esse deveria ser seguido por todos os trabalhadores.

Maynard (1970), através da visualização dos movimentos necessários para se executar uma operação, o engenheiro de produção pode determinar de forma eficaz o melhor arranjo físico do local. Assim, o layout determina o tipo e a posição das ferramentas, possibilitando que se desenvolva uma folha com instruções para treinar o operador no melhor método para executar uma atividade tendo tempos pré-determinados para cada movimento requerido, determinando de modo eficaz, o tempo de ciclo para o método empregado

O estudo de tempos, originado por Taylor, é usado para estabelecer tempos-padrão para o desempenho no trabalho, e estes incluem tolerâncias para pausa e descanso (TURNER, 1993). Logo, o tempo-padrão para cada elemento é constituído por duas partes, que são: o tempo básico (1), tempo levado por um trabalhador qualificado, que faz um trabalho qualificado com desempenho padrão; e a tolerância (2), concessões acrescentadas ao tempo básico para permitir descanso, relaxamento e necessidades pessoais (SLACK *et al.*, 2007).

Segundo Maynard (2001) e MTM (2011) o método apresenta os parâmetros de influência dos movimentos, cujos principais podem ser resumidos em: (a) esforço de controle e (b) extensão do movimento. O esforço de controle não consta diretamente como parâmetro de influência de nenhum dos movimentos, mas pode ser verificado em função das atividades de controle necessárias para realizar o movimento, a saber: (a) controle muscular; (b) controle visual; e (c) controle mental, neste caso também conhecido como decisões simples. A figura 7 demonstra os cinco movimentos básicos do MTM.

**Figura 7:** Cinco movimentos básicos do MTM



Fonte: MTM (2011)

Para Maynard (2001) e MTM (2011) os movimentos básicos, os parâmetros apontados por são:

- Movimento de Alcançar: (a) extensão do movimento; (b) caso de movimentação; e (c) tipo de percurso do movimento;
- Movimento de Pegar: (a) tipo do pegar; (b) posicionamento do objeto; e (c) composição do objeto (dimensões);
- Movimento de Soltar: caso de soltar;
- Movimento de Mover: (a) extensão do movimento; (b) caso de movimentação; (c) tipo de decurso dos movimentos; e (d) esforço despendido;
- Movimento de Posicionar – Encaixar: (a) classe de ajuste; (b) condição de simetria; e (c) manuseio;
- Movimento de aplicar pressão: caso de movimentação;
- Movimento de Separar: (a) classe de ajuste; e (b) manuseio;
- Movimento de Torcer: (a) ângulo de torção; e (b) esforço despendido;
- Movimento de Deslocar direção do olhar: (a) distância entre dois pontos focais; (b) distância dos olhos até a linha de união dos pontos focais; e (c) localização das características;
- Movimento de Movimento do pé: força despendida;
- Movimento de Movimento da perna: extensão do movimento;
- Movimento de Passo lateral: (a) extensão do movimento; e (b) caso de movimentação;
- Movimento de Giro de Corpo: (a) caso de movimentação;

- Movimento de Andar: (a) quantidade de passos; e (b) tipo de andar.

O método MTM apresenta um foco nos movimentos realizados nas atividades, visto que os dados de tempo, que são a base para todo o trabalho, são baseados nas atividades de operadores/postos de trabalho individualmente. Este estudo pode contribuir nas intervenções de melhorias ergonômicas.

Segundo Maynard (2001) o uso de padrões de tempos elementares pré-determinados é utilizado em diversos tipos de instituições com as seguintes aplicações:

1. Desenvolvimento de métodos eficientes antes de iniciar a produção.
2. Melhoria de métodos existentes
3. Estabelecimento de tempos padrões
4. Desenvolvimento dos dados padrões e fórmulas de tempos
5. Pesquisa sobre o uso dos tempos pré-determinados
6. Estimativas
7. Orientação do projeto do produto
8. Desenvolvimento de projetos adequados de ferramentas
9. Seleção adequada de equipamentos
10. Treinamento de supervisores para implantar a consciência de métodos
11. Apresentação de dificuldades
12. Treinamento de Operador
13. Pesquisa.

Para Barnes (2013) o MTM é baseado nos estudos de Frederic W. Taylor, com a Administração Científica, no estudo de tempos, nos estudos sobre a divisão do trabalho, e no casal Frank e Lillian Gilbreth, que realizaram estudos sobre movimentos. São objetivos a serem alcançados com essa metodologia: (a) desenvolver o método de execução preferido, com o menor custo; (b) Padronização deste método; (c) determinar o tempo necessário para execução da tarefa por uma pessoa qualificada e bem treinada, em um ritmo normal de trabalho; e (d) orientar e treinar os operadores no método definido. Maynard (2001) ressalta ainda que a melhoria de métodos resulta em:

1. Aumento da segurança do operador.
2. Aumento do conforto do operador.
3. Redução do esforço físico e fadiga.
4. Redução ou eliminação de desperdícios.
5. Melhores relações entre supervisores e operadores.

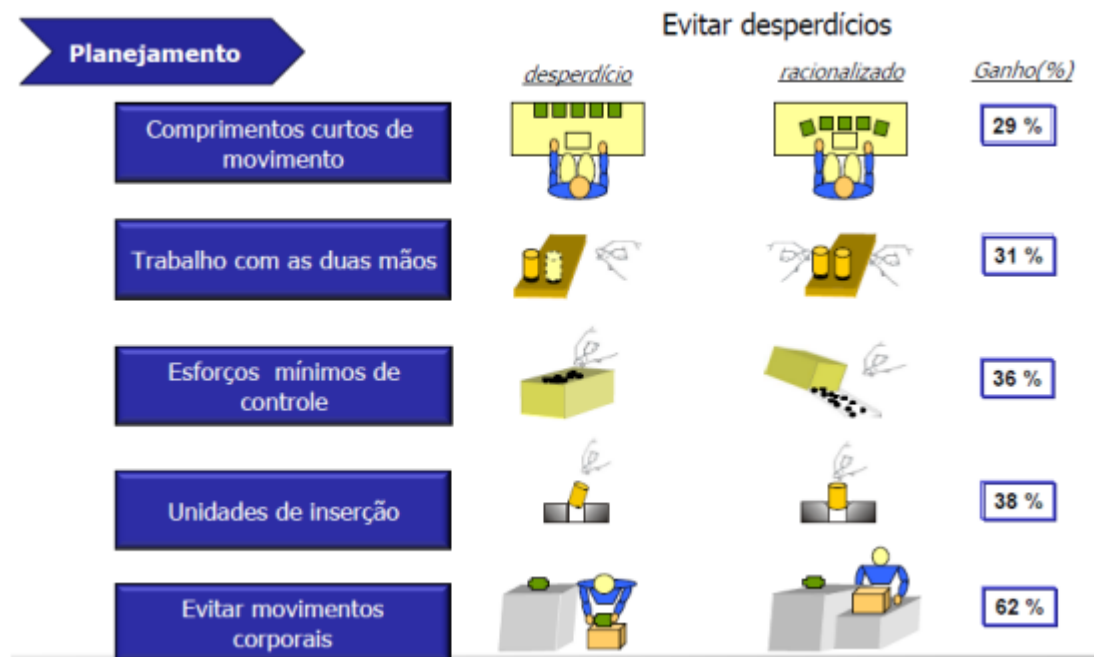
Segundo a MTM (2011), a metodologia MTM pode ser aplicada para configuração dos métodos de trabalho e produtos, para planejar e/ou aperfeiçoar os métodos de trabalho, além de servir para a elaboração de diretrizes para a configuração dos meios de produção, dos dispositivos, das ferramentas, do fluxo do material e da configuração do produto. Essa aplicabilidade pode proporcionar redução da demanda biomecânica e conseqüentemente diminuição da fadiga e esforço físico. O MTM é utilizado como uma ferramenta para eliminar desperdícios como movimentos desnecessários e identificar movimentos mais extensos que o necessário, servindo como diretriz para a intervenção ergonômica.

A metodologia MTM é baseada nos cinco movimentos básicos, a saber: alcançar, pegar (agarrar), mover, posicionar e soltar (Figura 7). Estes movimentos compõem entre 80% e 85% dos procedimentos totalmente influenciáveis pelos seres humanos. Além destes movimentos básicos, são utilizados para descrever os movimentos os seguintes atos: premir (aplicar pressão), separar (desengatar), torcer (girar), movimentos do corpo e funções visuais.

Já os movimentos do corpo são divididos em: movimentos do pé, movimentos da perna, passo lateral, giro de corpo, andar, curvar, sair da posição curvada, abaixar, sair da posição abaixada, ajoelhar-se sobre um joelho, sair da posição ajoelhada sobre um joelho, ajoelhar-se sobre os dois joelhos, sair da posição ajoelhada sobre os dois joelhos, sentar-se, sair da posição sentada (MTM, 2005).

Segundo Almeida (2008), a metodologia MTM tem como vantagens: (1) balanceamento sempre disponível e simples de fazer; (2) processos armazenados em base de dados estruturada; (3) melhor detalhe técnico para justificar a necessidade de mão-de-obra; (4) melhor detalhe técnico para justificar investimentos na linha; (5) produção consegue avaliar com clareza a distribuição de mão-de-obra na linha; (6) elaboração de estudos de linhas de montagem com maior precisão; (7) melhor acerto entre planejamento e produção para implementar melhorias na linha; e (8) possibilidade de interface com softwares utilizados pelas empresas. A figura 8 demonstra algumas vantagens da aplicação do método.

**Figura 8** – Vantagens da utilização do MTM.



Fonte: MTM, 2011

Segundo Oliveira *et al* (2011), os dados fornecidos pelo MTM sempre devem ser confiáveis, claramente entendidos, facilmente acessados e usados por todo pessoal de atividades de produção. As noções básicas sobre as vantagens da MTM com abordagem Lean são:

- Ter Lean: ter um desempenho superior mantido dentro da cadeia produtiva sem tempo, estoques, área e as pessoas dos resíduos. Isso significa ter menores tempos de ciclo e entrega; maior satisfação e valorização do cliente.
- Ter MTM: ter um método que exige menos esforço e, conseqüentemente, menores tempos de realização das atividades de uma maneira padronizada.
- Ter ambos: Garante o mais alto valor e satisfação do cliente e aumenta a rentabilidade da empresa.

## 2.7 PRODUÇÃO ENXUTA

A partir dos anos 1980, indústrias japonesas e suas formas de organizar a produção e o trabalho desenvolvido no pós-Segunda Guerra foram vistas como contraponto à perda de competitividade da indústria dos EUA e da Europa. Em particular, os métodos e técnicas utilizados pela montadora de automóveis Toyota foram extensamente analisados e difundidos

como um novo modelo de racionalização do trabalho conhecido como “sistema Toyota de produção”, “modelo Toyota”, “modelo japonês” ou “produção enxuta” (lean production), que é uma combinação dos princípios e métodos criados no Japão com outras técnicas desenvolvidas no Ocidente por acadêmicos e consultores. Em linhas gerais, os princípios do “modelo japonês” se fundamentam na constante redução de custos de produção conjugada com flexibilidade, permitindo uma maior variedade de produtos. No modelo, a redução de custos se dá também por um melhor controle de qualidade, que se torna um diferencial competitivo adicional (DIAS *et al.*, 2021).

Ainda de acordo com Dias *et al.* (2021) aplicação das técnicas de produção enxuta, reduzem drasticamente, os estoques e o tamanho dos lotes exigindo uma série de condições para que a produção *just-in-time* se realize sem interrupções: o controle de qualidade durante o processo de produção, a regulagem (set up) rápida dos equipamentos quando da troca de lotes, a modificação do arranjo físico de modo a aproximar os diferentes processos de produção etc.

Segundo Hines (2000) apud Berkenbrock (2009), o *Lean manufacturing* ou Produção Enxuta, é um termo utilizado para caracterizar o STP (Sistema Toyota de Produção), e que requer uma filosofia de menores *lead times* para produzir e entregar produtos e serviços padronizados, com elevada qualidade e baixos custos, por meio do fluxo produtivo via eliminação de desperdícios ao longo do fluxo de valor. Nesta perspectiva, o pensamento enxuto é uma forma de especificar o valor, alinhar as ações que criam valor na melhor sequência possível e realizar essas atividades sem interrupção toda vez que o cliente as solicite.

Para Ohno (1997), o *Lean manufacturing* também conhecido por Sistema Toyota de Produção foi criado no Japão após a Segunda Guerra Mundial onde, na década de 60, o mercado exigia maior flexibilidade e juntamente com o crescimento dos concorrentes conduzia a um novo sistema de produção sendo, portanto, desenvolvido pelo engenheiro Taiichi Ohno e sua equipe.

O Sistema *Lean manufacturing* tem como objetivo a eliminação das perdas do processo produtivo, tornado mais eficiente e mais eficaz, proporcionando redução de custos, maior produtividade e qualidade nos processos e produtos, garantindo mercados mais competitivos. Segundo Berkenbrock *et al.* (2009), o *Lean manufacturing* ou produção enxuta é uma filosofia de gestão de processos produtivo utilizada com sucesso nas empresas ocidentais, cujo objetivo fundamental é promover a melhoria contínua de modo de modo a eliminar sistematicamente os desperdícios.

De acordo com Womack e Jone (2004), o desperdício significa qualquer atividade que absorve recursos, mas que não cria valor. Valor significa a capacidade de oferecer um produto/serviço no momento certo a um preço adequado, conforme definido pelo cliente. A base da produção enxuta é, uma vez eliminados os desperdícios, reduzir os custos de produção e maximizar a satisfação do cliente, ou seja, do valor agregado.

Segundo Womack e Jone. (1992) com produção enxuta é necessário um trabalho de equipe e um sistema de disseminação de informações que possibilite a qualquer um responder pelos problemas surgidos. Tal fato só é possível através da estimulação, pela gerência, de um senso de compromisso mútuo, delegando responsabilidade aos operários e a valorização dos trabalhadores qualificados, preocupando-se em mantê-los na empresa. Essa série de mudanças organizacionais adotadas no âmbito da produção enxuta traz em seu discurso a tentativa de abolir a divisão entre planejamento e execução de modo a enriquecer as tarefas e torná-las mais interessantes diminuindo os impactos do trabalho sobre a saúde (KÖLER, 2001).

De acordo com Suzaki (1987) apud Botti, Mora, Regattieri (2017), o pensamento Lean é uma estratégia de produção que visa aumentar lucro, com recursos limitados. Práticas just-in-time (JIT), desperdício redução, estratégias de melhoria, produção livre de defeitos e padronização de trabalho são as principais características do sistema enxuto. O principal objetivo da produção enxuta é reduzir custos e aumentar a produtividade eliminando o desperdício. Qualquer outra coisa do que a quantidade mínima de equipamentos, materiais, peças, espaço e o tempo do funcionário necessário para produzir os produtos necessários é resíduo, desperdício.

Para Silva Shingo (1996), o *lean manufacturing* tem como foco a produção enxuta, ou seja, a eliminação sistemática dos desperdícios. Dessa forma opera para que o produto seja produzido na quantidade e momento certo, conforme demanda do cliente, além de compor de um fluxo contínuo de materiais na produção.

De acordo com Ohno (1997); Shingo (1996), a Produção Enxuta (PE) visa aumentar a taxa que agrega valor com a eliminação das perdas, para eliminar as perdas faz-se necessária a identificação de acordo com os sete tipos de perda instituídos pelo Sistema de produção Toyota (STP): 1) Superprodução: fazer antes ou mais produtos que o necessário, 2) Espera: pode ocorrer durante a espera de um lote quando o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado, 3) Transporte: movimento desnecessário de materiais ou produtos, 4) Processamento: atividades desnecessárias durante o processamento para atribuir características de qualidade que não são exigidas pelo cliente; 5) Estoque: existência de níveis

excessivos de materiais no almoxarifado, de produtos acabados e componentes entre processos, 6) Movimentos: realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução de suas atividades e 7) Retrabalho: correção de algum produto defeituoso da produção, conforme tabela 3.

Segundo Silva (2011), para alguns autores como Shingo (1996) e Ghinato (2000), a essência do sistema de produção enxuta é a identificação e a eliminação de toda e qualquer perda. A redução dos custos através da eliminação de perdas passa por uma análise detalhada da cadeia de valor, ou seja, desde o estágio da matéria prima até o produto acabado. Os desperdícios devem ser eliminados através daquilo que é considerado como os sete desperdícios encontrados na produção enxuta: perda por superprodução, perda por espera na máquina, perda por transporte, perda no próprio processamento, perda por estoque, perda por desperdício de movimentos, perda por fabricação de produtos defeituoso, e já se fala em um oitavo desperdício que é o desperdício de não utilizar a habilidade e a criatividade do trabalhador.

**Tabela 3- Tipos de perdas**

<b>Perda</b>	<b>Descrição</b>
Superprodução	Fazer antes ou mais produtos que o necessário
Espera	Pode ocorrer durante a espera de um lote quando o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado
Transporte	Movimento desnecessário de materiais ou produtos; mudanças nas suas posições
Super Processamento	Atividades desnecessárias durante o processamento para atribuir características de qualidade que não são exigidas pelo cliente
Estoque	Existência de níveis excessivos de materiais no almoxarifado, de produtos acabados e componentes entre processos
Movimento	Realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução de suas atividades
Retrabalho	Correção de algum produto defeituoso da produção

Fonte: Shingo, 1996

Para a eliminação de perdas provocadas por tempos de ciclo inadequados a produção enxuta se utiliza de algumas técnicas e ferramentas como o Heijunka, o Trabalho Padronizado. Entretanto, constata-se na literatura que o trabalho realizado pelos colaboradores é estabelecido de forma comum para diferentes velocidades de produção. O método mais indicado para se conseguir desempenho consistente é o estabelecimento de processos e procedimentos padronizados. Somente quando estes são estáveis é que se pode iniciar o círculo virtuoso da melhoria contínua (BERKENBROCK *et al.*, 2009).

Segundo Nunes e Machado (2007) a implementação de paradigmas de produção, como a filosofia Lean, que reduzem os tempos de ciclo de trabalho e a variedade de tarefas tendem a aumentar a tensão fisiológica e psicológica dos trabalhadores. Deste modo, para evitar problemas de saúde e de segurança para os trabalhadores e custos para as organizações (devido por exemplo, ao aumento de erros, à perda de produtividade, ao aumento do absentismo ou à indenização aos trabalhadores, alta rotatividade de mão de obra, tendo um efeito marcante sobre a saúde mental e física dos trabalhadores) torna-se fundamental a integração dos aspectos relacionados com os fatores humanos e os sistemas de produção.

A otimização dos processos e o aumento da produtividade são preocupações constantes na indústria, requerendo cada vez mais a aplicação de ferramentas e métodos que permitam atingir níveis mais elevados de desempenho nesses aspectos. Em paralelo a isso, é crescente a preocupação das empresas com os efeitos do trabalho na saúde, satisfação e segurança dos operadores. A Ergonomia busca a compreensão desses fatores através da utilização de ferramentas adequadas para identificar problemas em situações de trabalhos e implementar melhorias (VERGARA *et al.*, 2012).

De acordo com Colin *et al.* (2021), prevendo a melhoria contínua dos processos de fabricação, a associação do LM com Ergonomia e os Fatores Humanos (FH) potencializam ganhos de produtividade, melhora as condições de trabalho e reduz o absenteísmo dos trabalhadores. Aqlan *et al.* (2016) demonstram que a reorganização do fluxo de transporte e a redefinição do layout, com a adoção de carrinhos específicos por área, resultaram em redução do tempo de espera, diminuição da distância percorrida e eliminação de movimentações desnecessárias, evidenciando ganhos operacionais alinhados aos princípios Lean, ao mesmo tempo em que mitigaram riscos ergonômicos associados ao método de trabalho.

De acordo com Jazani *et al* (2017) para atingir a produtividade geral no local de trabalho, os profissionais *lean* podem se beneficiar dos princípios ergonômicos. Por exemplo, projetar estações de trabalho com respeito às capacidades e limitações do trabalhador pode resultar em diminuição da fadiga do trabalhador e diminuição de erros humanos que finalmente trazem o aumento da produção.

Quando os funcionários seguem os padrões que foram implantados na execução de seu trabalho sem anormalidades, o processo está sob controle. Seguir os padrões não é somente a melhor forma de garantir a qualidade, mas a forma mais eficaz de executar o trabalho.

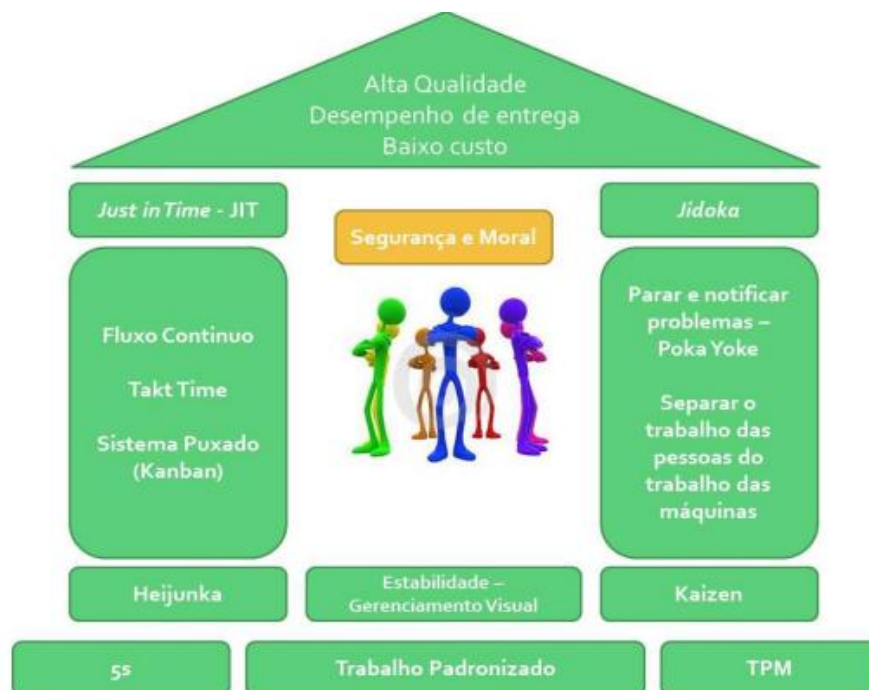
O conhecimento, as habilidades e a expertise desenvolvidos pelos trabalhadores no curso da atividade real de trabalho configuram-se como elementos fundamentais para a definição

de padrões e a elaboração de métodos adequados. Para dar suporte a esse contexto, utiliza-se da participação dos trabalhadores (Ergonomia Participativa) de modo que estes tenham a autonomia para sugerir mudanças e adaptações; iniciativas que aproveitam das capacidades reais de conhecimento dos trabalhadores sobre o funcionamento do trabalho e da organização, a fim de utilizar dessa sabedoria para melhorar o processo produtivo (PONTES, 2006).

É importante destacar que a produção enxuta não é apenas um conjunto de elementos e técnicas industriais como muitas vezes alguns de seus estudiosos a entendem, mas também um conjunto de relações sociais de trabalho onde esses métodos são executados no interior de grupos de trabalho (HIRATA *et al.*, 1991), que incitam a participação dos trabalhadores nas inovações e melhorias contínuas.

Como forma de operacionalização da Produção Enxuta, a Toyota, baseada em suas necessidades de estabilizar a produção, buscar flexibilidade, competitividade e atendimento dos valores requisitados pelo cliente, desenvolve ferramentas, métodos e práticas que se tornaram modelos para a implantação de seu sistema em outras empresas. Essas práticas são comumente apresentadas através do diagrama conhecido como Casa Toyota, figura 9 (LIKER, 2005; SCHMIDT e LYLE, 2010; ROTHER, 2010), para este estudo será utilizada a ferramenta do trabalho padronizado.

**Figura 9:** Casa Toyota.



Fonte: Junior (2013) adaptada dos modelos de Liker (2005, p. 51), Schmidt e Lyle (2010, p. 31).

### 2.7.1 Trabalho Padronizado (TP)

Em um mundo cada vez mais disputado, o desejo pela conquista da liderança do mercado acende uma disputa cada dia mais estimulante. A busca por altos lucros obriga que empresas busquem melhorias a serem implementadas em suas organizações (CECCONELLO e HUPPES, 2020). Biasoli *et al.* (2016) relatam que um diferencial para a concorrência é a forma com que se produz determinado produto, porém se não houver um sistema produtivo competitivo as empresas têm grandes chances de ir à falência. Esse foi um dos motivos para a Toyota desenvolver um modelo de produção que ficou conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP), cujo objetivo era a redução de desperdícios através de atividades de melhorias (Monden, 2015). Uma das ferramentas capazes de auxiliar na redução de desperdícios, na redução de variabilidade de processos, no aumento de produtividade e consequentemente na redução de custos, é o Trabalho Padronizado. A ferramenta é um conjunto de instruções para que o operador execute sua função de forma correta e de modo que se possa identificar perdas, este é o ponto de partida para a melhoria contínua (LIKER e MEIER, 2007).

Segundo Liker (2005) grande parte da padronização de tarefas está baseada nos princípios de engenharia industrial promovidos primeiramente por Frederick Taylor. Com o trabalho de Taylor, no final do século XIX, surge a sistematização do conceito de produtividade, ou seja, a busca por melhores métodos de trabalho com o objetivo de melhoria de produtividade com menor custo possível (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Ford, baseado nos princípios da administração científica de Taylor, idealizou a linha de montagem, o que lhe permitiu a produção em série. Um dos principais aspectos para o estabelecimento da produção em série foi a padronização das tarefas (CHIAVENATO, 1983; WOMACK e JONES, 1992).

Womack e Jones (2004) relataram, também, que para reduzir os custos da manufatura em massa, a produção era baseada em dois pontos:

- Performance produtiva padronizada de cada trabalhador;
- Aquisição de matérias-primas em larga escala.

O Trabalho Padronizado (TP) reduz desperdícios, diminui a carga de trabalho e riscos de acidentes, além de aumentar a produtividade e a satisfação dos trabalhadores (KISHIDA, 2006). Ao ser aplicado na indústria, pode trazer inúmeros benefícios como diminuir a quantidade de movimentações em uma atividade, diminuir o retrabalho, diminuir a quantidade

de operações, retirar transportes desnecessários, padronizar a quantidade do estoque, além de padronizar a operação, sendo assim, a sua aplicação é positiva para no meio industrial, trazendo estabilidade para o processo (MARIZ e PICCHI, 2013).

O trabalho padronizado configura-se como uma ferramenta fundamental do LM, não apenas por sua contribuição à estabilidade e previsibilidade dos processos, mas também por seu potencial de estruturação e ampliação do conhecimento organizacional, ao tornar explícitas as atividades, fluxos e interfaces que compõem o trabalho real (tarefa). Nesse sentido, ao explicitar o estado atual dos processos, o trabalho padronizado favorece a identificação sistemática de desvios, variabilidades e oportunidades de melhoria contínua.

Corroborando essa perspectiva, White e Cicmil (2016) demonstram que o mapeamento de processos enquanto técnica analítica e participativa, atua como uma ferramenta que potencializa conhecimentos, promovendo a aprendizagem dos trabalhadores envolvidos e subsidiando a melhoria dos processos. Segundo os autores, essa prática possibilita a explicitação de problemas percebidos no cotidiano de trabalho, bem como das interfaces críticas entre departamentos e demais funções organizacionais, contribuindo para uma compreensão mais integrada e sistêmica do funcionamento organizacional e para o fortalecimento do programa de melhoria contínua.

Liker e Meier (2007) descreve que a principal ferramenta de auxílio na redução de desperdícios e no aumento de resultados é o Trabalho Padronizado, usado como o ponto de partida para a melhoria contínua.

O trabalho padronizado garante que as pessoas envolvidas saibam exatamente a sequência do que fazer e quando fazer, assim os problemas que surgem durante o processo podem ser identificados e resolvidos com facilidade (LIMA, 2005).

Da Justa e Barreiros (2009) afirmam que o estabelecimento de um processo padronizado permite que todos os funcionários visualizem imediatamente a situação normal como a anormal. Assim que reconheçam a situação possam tomar ações para retornar à condição do padrão.

É muito importante a utilização de ideias dos próprios funcionários para aprimorar as instruções de trabalho, dando a oportunidade para que contribuam de forma efetiva na melhoria contínua do processo. As pessoas desejam poder assumir a responsabilidade por seus próprios recursos e querem sentir que estão sendo participativos em algo importante (LIKER, 2007).

Segundo Kishida (2005), o trabalho padronizado é uma ferramenta lean básica, centrada no movimento e trabalho do operador, sendo aplicada em situações de processos repetitivos para a eliminação de desperdícios.

O método mais indicado para se conseguir desempenho consistente é o estabelecimento de processos e procedimentos padronizados. Somente quando estes são estáveis é que se pode iniciar o círculo virtuoso da melhoria contínua (BERKENBROCK, 2009).

Para implementação do trabalho padronizado faz-se necessário a utilização de algumas ferramentas, uma delas é a instrução de trabalho, que é a representação através de ilustrações e fotos, de como o trabalho deve ser executado, demonstrando cada passo da montagem. Segundo Liker e Meier (2007), as principais ferramentas no estabelecimento de processos e procedimentos padronizados são os documentos de trabalho padronizado, estes devem ser redigidos pela pessoa que executa a tarefa e ser específico o suficiente para serem guias úteis, mas também gerais o suficiente para permitir alguma flexibilidade.

A construção do Trabalho Padronizado está baseada na sequência do protocolo abaixo:

a) *Takt time*: velocidade na qual clientes solicitam os produtos acabados. É determinada pela divisão do tempo total disponível de produção por turno pela demanda do cliente (OHNO, 1997);

b) Sequência: ordem na qual o operador deverá executar suas tarefas dentro do *takt time* (MONDEN, 2015);

c) Estoque padrão: quantidade mínima de estoque necessária para manter a continuidade no fluxo de produção (MONDEN, 2015).

A Toyota considera o Trabalho Padronizado como a base da melhoria contínua, pois se não existe padrão, dificilmente haverá melhoria. Sendo assim, este se torna a referência de partida para possíveis melhorias (LIKER e MEYER, 2007).

Segundo Cecconello e Huppés (2020) previamente ao processo de padronização do trabalho, torna-se fundamental promover a sensibilização e o alinhamento com todos os trabalhadores envolvidos no processo, considerando suas atribuições, responsabilidades e necessidades específicas, desde o nível operacional até as instâncias gerenciais e estratégicas. A efetividade da padronização pressupõe o engajamento ativo e consciente desses

trabalhadores, na medida em que a construção de padrões de trabalho sustentáveis exige a incorporação do conhecimento oriundo da atividade real, e não apenas daquilo que é formalmente prescrito. É importante definir as diretrizes e metas da padronização na empresa, com um sistema de padronização que possua uma estrutura sólida e seja sistemático (CAMPOS, 1999).

Smith (2003) defende que a padronização do trabalho deve ser compatível com a variabilidade humana. O autor argumenta que padrões eficazes são aqueles que: orientam a execução das tarefas, incorporam princípios ergonômicos, permitem margens de adaptação frente às variabilidades do sistema produtivo. Essa abordagem converge com a visão da ergonomia da atividade, ao reconhecer que o trabalho prescrito deve dialogar com o trabalho real. No *Lean Manufacturing*, isso se traduz em padrões vivos, continuamente revisados a partir da experiência prática e da participação dos trabalhadores.

Sob a perspectiva da ergonomia da atividade, a padronização não deve ser compreendida como um processo de mera normatização de tarefas, mas como um dispositivo coletivo de análise, verbalizações e regulação do trabalho, no qual a experiência, as estratégias operatórias e os modos de fazer desenvolvidos pelos trabalhadores assumem papel central. Nesse sentido, o envolvimento efetivo das pessoas nos processos de padronização favorece a convergência entre trabalho prescrito e trabalho real, reduzindo disfunções, prevenindo sobrecargas biomecânicas e cognitivas e ampliando a eficácia das práticas de melhoria contínua. A consolidação do *Lean Manufacturing* como sistema produtivo, depende da capacidade da organização em reconhecer, valorizar e integrar o saber-fazer dos trabalhadores ao processo de definição dos padrões, transformando-os em instrumentos vivos, passíveis de revisão e aprimoramento contínuo.

O Trabalho Padronizado é um processo de integração e inclui a instrução de trabalho para ensinar as pessoas como executar a tarefa da melhor forma para atingir os objetivos almejados pela empresa (Liker, 2007). Este é o item final para o processo de implementação do trabalho padronizado, e deve contemplar os seguintes itens: a) tempo de ciclo; b) rotina de operações; c) quantidade padronizada de material em processo; d) tempo líquido de operação; e) verificação de qualidade do produto e f) posições para manter cuidados com a segurança do operador (CECCONELLO e HUPPES, 2020).

Segundo Liker e Meier (2007) a padronização, é o ponto de partida para a melhoria contínua, e de acordo com Nishida (2006), esta é utilizada na manufatura para manter a estabilidade nos processos, de forma a garantir que as atividades sejam executadas sempre numa

determinada sequência e da mesma forma, com o mesmo tempo e com o menor nível de desperdício, com qualidade e produtividade em níveis elevados.

Kishida *et al.* (2005), a definição de processos padronizados baseia-se na clareza (visualização), escolha e utilização sistemática de um método, dentre vários, que garanta o melhor resultado exequível. A ferramenta trabalho padrão não é aplicada como um elemento isolado em intervalos específicos. Não obstante, é parte da atividade contínua de identificação de problemas, do estabelecimento de métodos eficazes e da definição do modo que esses métodos devem ser conduzidos de forma a obter o desempenho mais consistente possível.

Na filosofia da Produção Enxuta, dá-se muita ênfase à padronização das operações, ou seja, na sequência de tarefas realizada por meio de cada trabalhador: aqueles que realizam o trabalho devem projetá-lo, contribuindo para a definição dos próprios procedimentos (Liker, 2004). Para Zanelli *et al.* (2014) o trabalho padronizado foi um mecanismo eficaz para a elevação da produtividade, porém, posteriormente, com a excessiva padronização do trabalho também foi responsabilizada por muitas disfunções que emergiram nas empresas ao longo do século XX, que culminaram em minimização de índices de produtividade e de taxas de lucro.

Kishida *et al.* (2006) citam que o TP é uma ferramenta do Lean Thinking a qual tem o foco voltado para o movimento e o trabalho do operador. O Trabalho Padronizado é uma ferramenta desenvolvida pelo Sistema Toyota de Produção e é encontrado como sendo a base para o STP. Neste estudo será implementado o trabalho padronizado com auxílio de uma equipe multidisciplinar (engenheiros de processo, manufatura e industrial), onde serão elaboradas as folhas de processo das atividades avaliadas, onde estarão descritas as sequencias de realização das atividades, ferramentas adequadas e as necessidades ergonômicas por posto de trabalho.

Liker e Meier (2007) afirmam que a padronização, na verdade, é o ponto de partida para a melhoria contínua, e de acordo com Nishida (2006), esta é utilizada na manufatura para manter a estabilidade nos processos, de forma a garantir que as atividades sejam executadas sempre numa determinada sequência e da mesma forma, com o mesmo tempo e com o menor nível de desperdício, com qualidade e produtividade em níveis elevados.

Segundo Shingo (1996), com a padronização dos processos, o desperdício é eliminado nas mais simples atitudes diárias, modificando a posição dos equipamentos, analisando alternativas de transporte e abastecimento, aperfeiçoando ferramentas, ou seja, é otimizando a combinação de pessoas, materiais e equipamentos que se obtêm a padronização dos processos. Kishida (2005), descreve que o trabalho padronizado é uma ferramenta lean

básica, centrada no movimento e trabalho do operador, sendo aplicada em situações de processos repetitivos para a eliminação de desperdício.

Para Kishida, Silva e Guerra (2006) o TP é uma ferramenta do *Lean manufacturing* focada no movimento e no trabalho do operador, sendo a base para o STP.

Diversos autores, como Ohno (1997), Fujimoto (1999), Spear e Bowen (1999), Cudney (2001), Lean Institute Brasil (2003), Liker (2005), Kishida, Silva e Guerra (2006), Liker e Meier (2007), Narusawa e Shook (2009), e Marksberry, Rammohan e Vu (2011), apresentam diferentes definições sobre o trabalho padronizado, bem como enquadram o TP de maneira diferente do ponto de vista de uma teoria. O quadro 1 apresenta uma comparação entre essas definições.

**Quadro 1:** Definições para trabalho padronizado

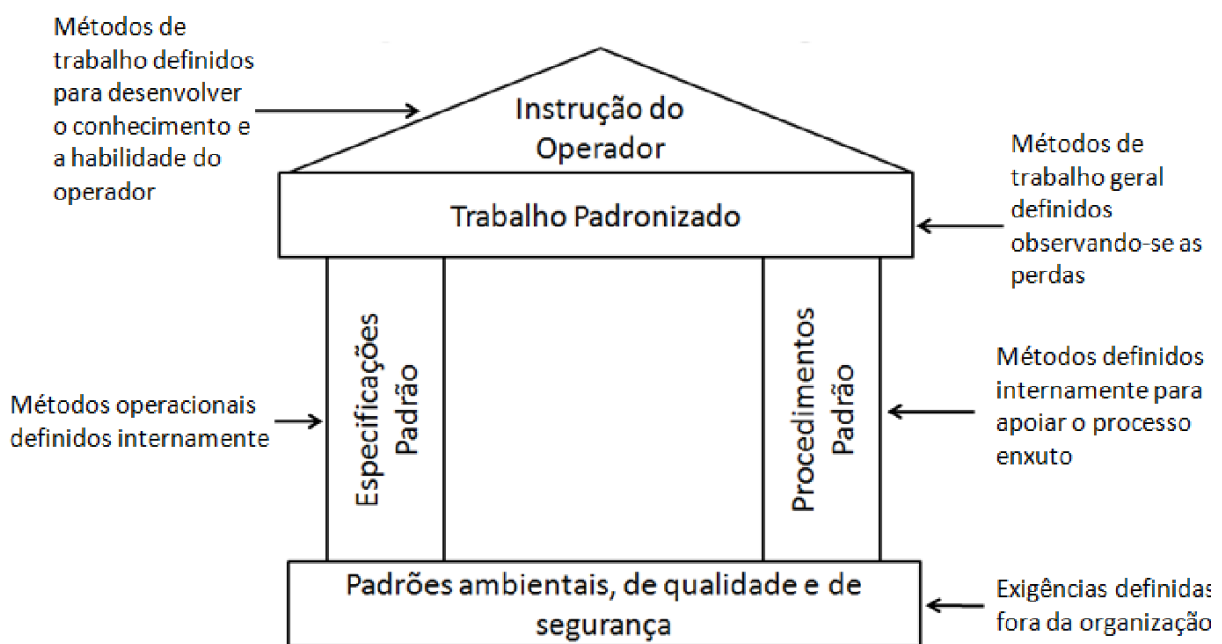
Referência	Enquadramento do Trabalho padronizado no Lean Manufacturing	Definição
Liker e Meier (2007)	Princípio	Método de trabalho geral definido observando-se as perdas.
Fujimoto (1999)	Princípio	Padronizar todas as formas de realizar atividades em todos os processos da empresa.
Spear e Boven (1999)	Princípio	Todos os trabalhos devem ser minuciosamente especificados em termos de conteúdo, sequência, tem e resultado.
Narusavta e Shook (2009)	-	Determinação de procedimentos exatos para o trabalho de cada operador , baseado em três elementos: <i>takt time</i> . Sequência e estoque padrão.
Lean Institute Brasil (2003)	-	Estabelecimento de procedimentos precisos para o trabalho de cada um dos operadores em um processo de produção, baseado em três elementos: <i>takt time</i> , sequência e estoque padrão.
Ohno (1997)	Procedimento	Definição clara e concisa do trabalho, através das folhas de trabalho padrão, baseado em três elementos:tempo de ciclo ( <i>takt time</i> ), sequência e inventário padrão.
Marksberry, Rammohan e Vu (2011)	Ferramenta	o trabalho padronizado não é somente uma ferramenta de documentação ou treinamento, mas sim uma ferramenta de análise de trabalho.
Kishida,Silva e Guerra (2006)	Ferramenta	O Trabalho Padronizado (TP) é uma ferramenta <i>lean</i> básica centrada no movimento e trabalho do operador e aplicada em situações de processos repetitivos, visando à eliminação de desperdícios. O TP baseia-se em três elementos: <i>takt time</i> , sequência e estoque padrão em processo.
Cudney (2001)	Ferramenta	E uma ferramenta para determinar o máximo desempenho com o mínimo de desperdício por meio de uma melhor combinação das operações que envolvem homem e maquina. O seu principal obietivo é a melhoria nos processos.

Fonte: Mariz (2012)

Segundo Liker e Meier (2007) o trabalho padronizado é tão importante na Toyota que um terço do Manual do STP é dedicado a ele. Segundo estes autores existem claras diferenças entre trabalho padronizado e padrões de trabalho, pois enquanto o objetivo do primeiro é a eliminação de desperdícios, o segundo objetiva a redução do custo unitário.

Liker e Meier (2007) utilizaram a ideia da casa estruturada para explicar como os diferentes tipos de padrões sustentam os principais objetivos de oferecer um método definido. O conjunto leva em conta a realização do trabalho com desperdício mínimo, o fornecimento das informações sobre desenvolvimento de conhecimento e um alto nível de habilidade possível, de acordo com a Figura 10.

**Figura 10:** Relação e propósitos dos vários tipos de padrões



Fonte: Liker e Meier (2007)

Na estrutura (base) encontram-se os padrões de qualidade, avaliados de acordo com a expectativa do cliente, nos pilares da casa, encontram-se as especificações e procedimentos. As especificações do padrão estão relacionadas com informações técnicas sobre equipamentos, processos, na produção de um produto (LIKER e MEIER, 2007)

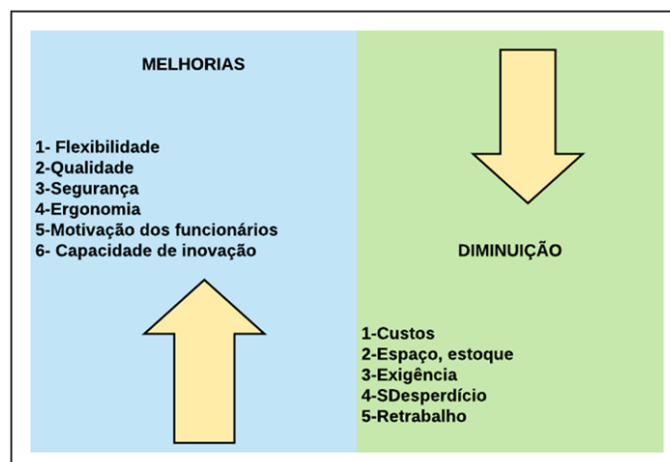
Para o Lean Institute Brasil (2003), o trabalho padronizado preconiza o estabelecimento específico dos procedimentos para o trabalho de cada operador, sendo estes baseados nos seguintes elementos:

Além de preconizar os métodos de trabalho, o TP apresenta algumas vantagens Segundo Dennis (2008):

- Estabilidade de processos - diretamente relacionado com a consistente disponibilidade dos 4 Ms (Material, Máquina, Método, Mão-de-obra), ou seja, materiais e máquinas precisam estar disponíveis quando forem necessárias; o método de trabalho precisa ser consistente e uniforme e a mão-de-obra disponível e treinada adequadamente;
- Conhecimento do processo: identificação dos tempos das atividades e pontos de paradas, o que possibilita saber se está adiantado ou atrasado e se há algum problema;
- Aprendizagem organizacional: as experiências são compartilhadas, se um funcionário sai o conhecimento não fica perdido;
- Envolvimento das pessoas: fornece a base para as melhorias kaizen, integrando a equipe. As pessoas ficam mais motivadas;
- Treinamento: fornece uma base para o treinamento fornecendo-lhes planilhas, gráficos e aplicando na prática e no dia a dia o formato do trabalho padronizado.

Na figura 11 é possível verificar alguns benefícios do trabalho padronizado:

**Figura 11:** Benefícios do trabalho padronizado.



Fonte: Werkema (2006)

O processo produtivo é propício para que haja separação de funções e processos, essas são características que ajudam no desempenho, porém quando aliadas a outros métodos pode garantir um melhor aproveitamento produtivo (MOTA, 2019). A padronização dos processos aprimora a mão de obra, treina para que se gaste menos tempo, e posteriormente equilibre a linha produtiva com a diminuição do desperdício, simples de ser adotado, esse tipo de método permite uma melhor atuação do funcionário.

O trabalho padronizado tem como principal objetivo o aperfeiçoamento através de métodos eficientes e estratégias sequenciais para que todos os trabalhadores realizem as atividades e procedimentos da mesma forma, de maneira simples, lógica e ordenada, garantindo a eliminação de movimentos desnecessários.

Dispor de maneira correta todos os recursos disponíveis e realizar as atividades de maneira simples sem sobrecarga biomecânica ou movimentos desnecessários evidenciam pequenos avanços que a padronização pode promover em um ambiente de trabalho.

De acordo com Dennis (2008), a Toyota diz que o propósito do Trabalho Padronizado é ser uma “base para o Kaizen”. Se o trabalho não for padronizado, sendo diferente a cada vez que é realizado, não haverá base para avaliação, ou seja, não haverá um ponto de referência com que se comparar.

## **2.8. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA (RSL)**

Segundo Conforto *et al.* (2011) a Revisão Sistemática da Literatura é um método científico que busca e analisa artigos, permitindo identificar lacunas na teoria que, no futuro, podem ser pesquisadas por outros pesquisadores. Com a finalidade de orientar a construção do referencial teórico foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática, a qual permite a busca e análise de artigos de uma determinada área de conhecimento (CONFORTO *et al.*, 2011).

A partir desta exposição, foi escolhido RSL para observar a relevância do tema, os achados na literatura e os métodos utilizados na construção de conhecimento no objetivo proposto, sendo assim, a estrutura dos temas da RSL foi sobre a implementação e análise do trabalho padronizado e os impactos na redução da sobrecarga biomecânica e fadiga.

Para a pesquisa foram escolhidos os três estágios propostos por Tranfield *et al.* (2003) além da utilização do Prisma Statement Flow Diagram (Moher 2006). O processo da RSL está detalhado na Quadro 2, que ilustra o protocolo para dar transparência ao processo.

**Quadro 2:** Revisão do protocolo

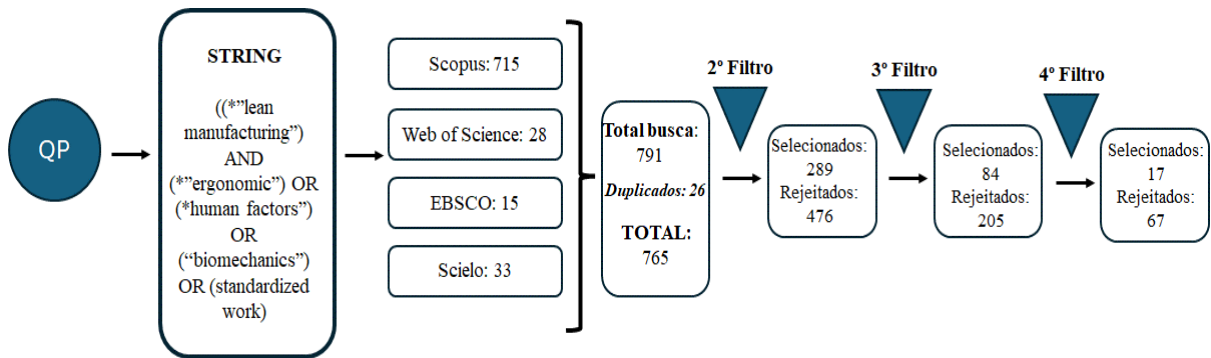
Atividade macro	Passos	Detalhes
Planejamento	Formulação da questão de pesquisa	Estabelecer questão de pesquisa baseado no objetivo do estudo
	Busca dos artigos	Desenvolver as strings
		Busca das bases
		Leitura do título, resumo e palavras-chave
Condução da pesquisa	Seleção dos estudos	Filtro 1
		Filtro 2
		Filtro 3
		Leitura completa do artigo
		Tabulação dos dados
		Interpretação dos dados
Discussão	Apresentação dos resultados	Responder a questão de pesquisa

Fonte: Autor

Inicialmente, para identificar o impacto do trabalho padronizado na redução da exigência biomecânica da atividade do ponto de vista da Ergonomia: QP). Qual o impacto do trabalho padronizado na diminuição da demanda biomecânica?

Quatro bases de dados foram escolhidas para o trabalho. The Web of Science e Scopus foram escolhidas pois são frequentemente atualizadas com uma ampla variedade de conteúdos científicos, além de proporcionar ferramentas na realização das pesquisas (Jacso, 2005; Chadegani *et al.*, 2013). A base EBSCO foi escolhida pois é considerada umas das mais completas nos temas de administração e gestão (Khan *et al.*, 2012). Scielo foi considerada, pois os principais periódicos brasileiros estão nessa base. A pesquisa não limitou o campo do “ano” para obter o maior número de artigos sobre o tema. Os artigos foram analisados do ano de 2001 até julho de 2021. Para a condução da pesquisa, as strings foram elaboradas de modo que cobrissem o maior número de artigos relacionados aos construtos com objetivo de responder à questão de pesquisa. A Figura 12 ilustra os resultados de cada um dos três filtros utilizados no

**Figura 12: Protocolo de RSL**



Fonte: Autor

Os critérios de inclusão para a busca foram estudos publicados em periódicos científicos e congressos e estudos que implementaram práticas de produção enxuta, como o trabalho padronizado e seus impactos na saúde e conforto dos trabalhadores. Como critérios de exclusão foram excluídos artigos onde as práticas organizacionais não eram classificadas como enxutas e artigos que investigavam a implementação da produção enxuta e produtividade da empresa ou empenhos de desempenho.

Em todas as bases, as pesquisas buscaram em título, resumo e palavras-chave, um total de 765 artigos, sendo que 26 eram duplicados e foram eliminados no filtro 1.

Após a identificação das strings de busca e a eliminação dos artigos duplicados, foi realizado um segundo filtro onde foi considerado o título e as palavras-chave do artigo. É importante ressaltar que todos esses itens deveriam estar relacionados ao trabalho padronizado, fatores humanos, *lean manufacturing*, biomecânica e ergonomia. Nesse 1º filtro foram descartados 476 artigos.

No terceiro filtro, realizou-se a leitura dos resumos, bem como das seções de introdução e conclusão dos artigos selecionados nas etapas anteriores. Nessa fase, analisou-se o impacto da relação entre o LM e a Ergonomia, considerando-se como objeto central da análise os efeitos da produção enxuta, com ênfase no trabalho padronizado, sobre as condições de saúde e conforto dos trabalhadores. Os estudos que não apresentaram alinhamento consistente com esse escopo foram excluídos, resultando na rejeição de 205 artigos nessa etapa.

Para essa última fase de análise dos artigos, foi realizada a leitura completa e as análises referentes a diversos fatores tais como: metodologia de pesquisa, quais os pontos abordados na aplicação dos conceitos e técnicas da Ergonomia na produção enxuta e suas convergências. A análise dos artigos selecionados para leitura integral revelou que a sinergia

entre a produção enxuta e a ergonomia possui potencial para promover benefícios mútuos, impactando positivamente a saúde, o conforto e a produtividade dos trabalhadores. Abaixo no Quadro 3, é possível ter uma visão geral sobre a revisão da literatura.

**Quadro 3:** Visão geral da revisão bibliográfica

<b>Título</b>	<b>Autores e ano</b>	<b>Conclusões</b>
Ergonomic Issues in <i>Lean manufacturing</i>	Bianca Cirjaliu, e Anca Draghici (2005).	Os aumentos na produtividade, bem como benefícios no conforto, segurança e satisfação do trabalhador, são possíveis, desde que as estratégias Lean sejam integradas melhorias contínua, ergonomia e o envolvimento dos funcionários.
Workplace ergonomics in lean production environments: A literature review	Pedro M. et al (2014)	Relata melhora na execução da atividade e redução do estresse em manufatura enxuta, complementa que a manufatura enxuta pode ter impactos positivos e negativos na ergonomia, dependendo de como é implementada.
Integration of <i>lean manufacturing</i> and ergonomics in a metallurgical industry	Brito et al (2018)	Tanto a ergonomia quanto a manufatura enxuta compartilham o objetivo de eliminar ou reduzir desperdícios, especialmente em atividades sem valor agregado. Movimentos desnecessários, considerados "desperdícios" pela ergonomia, como posturas inadequadas e alcances excessivos, não afetam apenas a segurança e saúde dos trabalhadores, mas também a produtividade e eficiência do processo produtivo, reforçando a importância da sinergia entre essas duas abordagens.
An application of the lean production tool standard work.	Bragança, Sara e Eric Costa. (2015).	O Trabalho Padrão é efetivamente uma boa ferramenta para normalizar os procedimentos de trabalho, permitindo maior flexibilidade, diminuindo os desperdícios e erros, estabelecendo os melhores métodos para reduzir o desperdício.
Manufacturing and Ergonomics Integration: Defining Productivity and Wellbeing Indicators in a Human-Robot Workstation	Colim, et al (2021):	A integração do <i>lean manufacturing</i> , Ergonomia e Fatores Humanos pode melhorar a produtividade, as condições ergonômicas e o bem-estar do trabalhador em estações de trabalho humano-robô.

Integrating ergonomics and <i>lean manufacturing</i> principles in a hybrid assembly line	Botti et al (2017)	O estudo demonstra que a ergonomia desempenha um papel essencial na produção enxuta, melhorando a segurança dos trabalhadores e a eficiência produtiva, além de reduzir os desperdícios.
Relationship Between <i>Lean manufacturing</i> and Ergonomics	Jazani, et al (2017).	As inter-relações entre ergonomia e manufatura enxuta, podem ser abordadas simultaneamente, a fim de melhorar a produtividade e a saúde do trabalhador por meio da eliminação de desperdícios.
Limit of Ergonomics in <i>Lean manufacturing</i> Design and Control	Yamanaka S. (2021)	O estudo demonstra que as células de manufatura enxuta bem projetadas podem reduzir os fatores de risco ergonômicos por meio revezamento de trabalho e redução da repetitividade
Impact of lean implementation from the ergonomics view: A research article	Kumar et al (2020)	A incorporação de princípios de ergonomia na manufatura enxuta pode trazer benefícios para o conforto, segurança e eficiência dos trabalhadores
As a <i>Lean manufacturing</i> Tool for Improvements in a Manufacturing Company	Yusuff, R. M. (2016).	A análise ergonômica pode ser usada como uma ferramenta de manufatura enxuta para identificar e reduzir movimentos sem valor agregado e melhorar a segurança, conforto e a produtividade do trabalhador.
Sinergia entre as técnicas de Lean production e a ergonomia	Bittencourt et al. (2011)	Redução de esforços; saúde; desempenho do sistema; pensamento criativo; adequação do trabalho ao homem; autonomia aos trabalhadores; enriquecimento do trabalho; redução da monotonia; stress; diminuição da incidência de desconforto osteomuscular; tarefa prescrita e adequação do trabalho ao homem.
Implementation of a standard work routine using <i>Lean manufacturing</i> tools: A case Study.	Santos et al (2021)	A planilha de padrões de trabalho proporcionou mais harmonia entre os operadores durante todo o desenvolvimento de suas atividades
The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risks: An examination of sociotechnical trends over 20 years	Koukoulaki, T. (2014).	Demanda adequada; redução de esforços; adequação do trabalho ao homem; fadiga; sobrecarga; riscos ergonômicos; stress; autonomia aos trabalhadores; satisfação; ritmo agradável; melhoras nas condições de trabalho; diminuição de desordens musculoesqueléticas
The Function of Ergonomics in <i>Lean manufacturing</i> Design and Control	Kim, In-Ju (2017)	A ergonomia desempenha um papel essencial no projeto e controle da produção enxuta, melhorando o envolvimento, a segurança, a qualidade e a produtividade dos trabalhadores.

Work Standardization and Anthropometric Workstation Design as an Integrated Approach to Sustainable Workplaces in the Manufacturing Industry	Realyvásquez et al (2020)	A estratégia é uma abordagem integrada que consiste na padronização do trabalho (como uma ferramenta de manufatura enxuta), ferramentas básicas de engenharia industrial (estudos de tempo e movimento) e ferramentas de fator humano (design antropométrico). Os trabalhadores melhoraram sua qualidade de vida e bem-estar, uma vez que não precisaram adotar posturas indesejadas ou realizar movimentos desconfortáveis.
<i>Lean manufacturing</i> and ergonomics: a systematic literature review	Peralta et al (2017)	Certamente a melhora no ambiente de trabalho alcançada pelo <i>lean manufacturing</i> é destacável, pois através da organização e prescrição de atividades a serem realizadas, tem-se um maior controle de movimentações e fluxo de materiais/pessoas no ambiente de trabalho, o que acaba por diminuir a exposição dos trabalhadores a lesões e acidentes não previstos.
Optimization of Productivity by Work Force Management through Ergonomics and Standardization of Process Activities using M.O.S.T Analysis: A Case Study	Jamil et al (2013)	Apresenta uma metodologia para otimizar a produtividade em sistemas de manufatura, combinando a ergonomia e o estudo de tempos e métodos utilizando o M.O.S.T (Maynard Operation Sequence Technique). A ergonomia contribuiu para reduzir a fadiga e melhorar as condições de trabalho, enquanto a M.O.S.T foi aplicado para padronizar o tempo de execução das atividades, eliminando movimentos desnecessários.

Fonte: elaborado pela autora

## 2.9 SÍNTESE DO REFERENCIAL TEÓRICO E RSL

Desde o início da organização da atividade de trabalho o homem se preocupa com a sua eficiência, seu conforto, com o aprimoramento de ferramentais, dos procedimentos, das técnicas e com os resultados financeiros (JUNIOR, 2013).

As mudanças globais sentidas no final do século XX e início do século XXI têm motivado pesquisadores e estudiosos a compreenderem as características das transformações decorrentes da incorporação tecnológica e das mudanças na produção de bens e serviços, bem como suas repercussões sobre o trabalho e sobre a saúde dos trabalhadores (PONTES, 2006).

Novas técnicas de gestão da força de trabalho foram apresentadas como possibilidades reais de um trabalho mais qualificado, estimulante e que envolve continuamente o operário na execução de suas atividades. Essas técnicas encontram-se no trabalho em equipe, nas células de produção, no trabalhador polivalente e no engajamento estimulado dos operários, principalmente do chão de fábrica. Este processo recebeu o nome de toyotismo ou produção enxuta, como é conhecido atualmente.

Womack et al. (1992) acreditam ser a produção enxuta a forma mais promissora e desafiadora para o modo de organização do trabalho, defendendo que a acumulação flexível possibilitou novos processos produtivos altamente diferenciados da produção fordista.

Shingo (1996) afirma que na produção enxuta 80% é eliminação dos desperdícios. Estes desperdícios, segundo o autor, devem ser eliminados através daquilo que considera como sete tipos de perdas identificados pela produção enxuta: superprodução, espera no transporte, espera na máquina, perda no processamento, estoque, desperdício nos movimentos e desperdício na fabricação de produtos defeituosos. Dennis, (2008) e Onho, (2009), ao conceituarem o desperdício de movimentação como um daqueles a serem reduzidos pela Produção Enxuta, indicam que projetos de postos de trabalho, layouts incorretos, podem exigir demasiadamente do trabalhador, afetando sua segurança, saúde, além de influenciar negativamente na produtividade e qualidade

Em paralelo a isso, as empresas têm expandido seus investimentos em busca de processos mais enxutos, melhorias nos resultados, focando no aumento da produtividade e ganhos de mercado, porém muitas vezes, as empresas estão tão focadas no ganho financeiro, que acabam não levando em consideração, a saúde e o bem-estar dos seus trabalhadores.

No relato histórico do desenvolvimento da Produção Enxuta no contexto da Toyota, aspectos diretamente relacionados à ergonomia emergem de forma recorrente na literatura, ainda que nem sempre explicitados sob essa denominação. Ao analisar a evolução do sistema produtivo, Shimokawa e Fujimoto (2011, p. 182–184) destacam que atividades caracterizadas como perigosas, repetitivas, monótonas, fisicamente exigentes ou potencialmente prejudiciais à saúde dos trabalhadores foram progressivamente mecanizadas e automatizadas. Tal direcionamento evidencia uma preocupação estruturante com a preservação da integridade física e da autonomia dos trabalhadores no ambiente produtivo.

Segundo os autores, esse princípio é sintetizado na afirmação de que “não é a esteira que opera os seres humanos, mas seres humanos que operam a esteira”, o que representa

um marco conceitual no reconhecimento do papel ativo dos trabalhadores no sistema de produção. Essa concepção expressa um dos fundamentos do respeito à independência do ser humano no trabalho, alinhando-se aos pressupostos da ergonomia da atividade, ao reconhecer que os sistemas produtivos devem ser concebidos e organizados em função das capacidades, limitações e estratégias operatórias dos trabalhadores, e não o inverso. Dessa forma, a produção enxuta, em sua concepção original, incorpora princípios que convergem com a ergonomia ao buscar conciliar eficiência produtiva, segurança, saúde e dignidade no trabalho.

As empresas buscam processos mais enxutos, visto que o aumento da produtividade são preocupações constantes, requerendo cada vez mais a aplicação de ferramentas e métodos que permitam atingir níveis mais elevados de desempenho nesses aspectos. Em paralelo a isso, é crescente a preocupação das empresas com os efeitos do trabalho na saúde, satisfação e segurança dos operadores. A Ergonomia busca a compreensão desses fatores através da utilização de ferramentas adequadas para identificar problemas em situações de trabalhos e implementar melhorias (VERGARA *et al.*, 2012).

Segundo Mateus Junior (2009), o confronto de capacidades humanas e exigências físicas dos postos de trabalho podem trazer consequências ao trabalhador e a empresa empregadora. O aparecimento de sintomas de desconforto corporal, processos inflamatórios e consequências biomecânicas, são as relacionadas à saúde do trabalhador. Para a empresa com trabalhador adoecido, essas são percebidas através de atestados, afastamentos e o absenteísmo, podendo ter como prejuízo final perdas nos processos produtivos (MATEUS JUNIOR, 2009).

Conforme relatado por Colim et al (2021) alguns estudos realizados correlacionaram LM com um impacto negativo na autonomia dos trabalhadores e tensão psicossocial. Infelizmente, várias empresas que introduzem práticas de LM não consideram os fatores humanos e não integram princípios ergonômicos.

Enquanto a produção enxuta visa reduzir desperdícios do processo produtivo em busca de qualidade e produtividade, a ergonomia preocupa-se com a saúde do trabalhador e o desempenho global do sistema (Elias e Merino, 2007). Essas diretrizes estão alinhadas quanto a melhoria do processo, mas podem conflitar quando a produtividade é priorizada, sendo necessário manter o equilíbrio entre as demandas de produção e as boas condições de trabalho (JOHANSSON; ABRAHAMSSON, 2009). Silva *et al.*, (2015) afirmam que o modelo enxuto influencia no trabalho dos empregados e em sua qualidade.

O Sistema de produção Toyota passou a rever como os processos ocorriam e como otimizá-los, aperfeiçoando os layouts, as distâncias percorridas, os movimentos, a execução da

tarefa e a organização da produção, de forma que o ajuste fino mostre outras imperfeições a serem corrigidas, com grande contribuição para estas melhorias, está a ergonomia, que visa adaptar o trabalho ao homem buscando conforto e eficiência (LAPERUTA *et al.*, 2018).

Ao se considerar a organização do trabalho e sua relação com a saúde dos trabalhadores, devem-se citar os fatores presentes na composição das tarefas destes indivíduos: trabalho estático, alcance da área de trabalho, grande intensidade do ritmo de trabalho, uso de movimentos repetitivos, exigência de produtividade, ausência de controle sobre modo e ritmo de trabalho, ausência de pausas ou pausas insuficientes, mobiliários e equipamentos desconfortáveis e inadequados para a execução das tarefas. Segundo Pontes (2006) A organização do trabalho é basicamente a divisão das tarefas e dos homens. A divisão das tarefas é tudo o que é prescrito por quem organiza o trabalho e vai desde o seu conteúdo até seu modo operatório. Já a divisão dos homens é a colocação de cada operário em uma tarefa determinada pela organização

A correta implementação do Lean requer uma intervenção eficiente da Ergonomia (WALDER *et al.*, 2007).

O Lean e a Ergonomia podem reduzir o lead time eliminando desperdícios de manuseio manual de materiais não produtivos e posturas inadequadas, além de aumentar a eficácia, a segurança e a saúde dos trabalhadores (SAKTHI *et al.* 2019 e BRITO *et al.* 2018)

Com a necessidade de acompanhar a evolução global, associada a implementação de novas tecnologias, os processos produtivos tendem a ficar cada vez mais enxutos e conseqüentemente com maior exigência física e mental. Diante desse contexto, se faz necessário associar a Ergonomia a produção enxuta, de tal forma a proporcionar ambientes saudáveis e ao mesmo tempo enxutos.

Para a eliminação de perdas provocadas por tempos de ciclo inadequados a produção enxuta se utiliza de algumas técnicas e ferramentas como o Heijunka, o Trabalho Padrão. Entretanto, constata-se na literatura e preliminarmente neste estudo, que o trabalho realizado pelos colaboradores é estabelecido de forma comum para diferentes velocidades de produção (BERKENBROCK *et al.*, 2009).

A tendência atual para o aumento da eficiência em todos os tipos de trabalho despertou interesse generalizado no estudo de movimentos e de tempos, esse estudo ganhou notoriedade quando Taylor percebeu que onde quer que se execute um trabalho manual existe sempre a necessidade de se encontrar o meio mais econômico de ser executada a tarefa e de

determinar o tempo-padrão em que a mesma pode ser realizada. O objetivo de Taylor era obter o máximo de rendimento do homem no trabalho (SILVEIRA e SALUSTINO, 2012).

Para se ter processos mais enxutos e mais eficientes, faz-se necessário a implementação do trabalho padronizado, através do estudo de tempos e métodos, onde é possível verificar os potenciais de melhorias e otimização dos processos. Para que seja possível determinar os potenciais de otimização de processos, as melhorias contínuas, é necessário analisar o método de trabalho, o tempo de execução e a biomecânica das atividades, a fim de identificar possíveis desperdícios de produção e possíveis sobrecargas biomecânicas.

Quando falamos em padronização e execução das tarefas, podemos ter como auxílio a ergonomia, disciplina científica que estuda os diversos fatores que influem no desempenho do sistema produtivo, procurando reduzir a fadiga, estresse, erros, acidentes e doenças relacionadas ao trabalho, isso através da segurança, satisfação e saúde dos trabalhadores durante o seu relacionamento com o sistema produtivo (IIDA, 2005).

Para Bittencourt *et al.*, (2011), a padronização dos procedimentos significa uma rigorosa prescrição da tarefa, as quais devem refletir o trabalho real e ser de fácil entendimento por parte de quem os executa. Os padrões devem ser específicos o suficiente para serem guias úteis, mas também gerais para possibilitar alguma flexibilidade. Além disso, é importante que os próprios operadores colaborem com suas ideias na elaboração dos padrões.

Diante da elaboração do método de trabalho, a análise da atividade é essencial, considerando a gestualidade do saber fazer, as habilidades e práticas do trabalhador, sendo necessário a ergonomia participativa na elaboração dos padrões de trabalho.

A implementação do trabalho padronizado reduz a gestualidade na execução da atividade, minimizando a autonomia na sequência da tarefa. A padronização do trabalho implica em uma rigorosa prescrição da tarefa, onde os métodos são definidos, com tempos pré-determinado, cada movimento determina o tempo. Por outro lado, é importante ressaltar que a padronização do trabalho, associada a um layout adequado com posturas e movimentos adequados, podem proporcionar diminuição da sobrecarga biomecânica, visto que são definidos métodos seguros e eficientes.

A ergonomia tem um papel importante na eliminação de desperdícios, já que no mundo atual para que as empresas se mantenham competitivas é necessário um sistema organizacional efetivo, sem perdas e com mão de obra saudável. A análise ergonômica é um instrumento de extrema importância no sistema produtivo, não só proporcionando conforto e

segurança ao trabalhador, mas também, para extrair desta maior produtividade, proporcionando aumento dos lucros, diminuição das perdas e desperdícios, principalmente os relacionados a movimentação.

Para que seja possível determinar os potenciais de otimização de processos, é necessário analisar o método de trabalho, o tempo de execução e a biomecânica das atividades, a fim de identificar desperdícios com movimentos desnecessários ou mais extensos que o necessário, que podem gerar desconfortos osteomusculares e aumento do tempo ciclo do posto. Tais ferramentas permitem documentar todos os elementos que fazem parte do processo e que, se aplicadas de maneira correta, sob os conceitos e técnicas da ergonomia e do *lean manufacturing* permitem melhoras das condições de trabalho e processos mais enxutos.

Segundo Dennis (2008) e Onho, (2009), ao conceituarem o desperdício de movimentação como um daqueles a serem reduzidos pela Produção Enxuta, apontam que projetos de postos de trabalho, layouts incorretos, podem exigir demasiadamente do trabalhador, afetando sua segurança, saúde, além de influenciar negativamente na produtividade e qualidade.

A importância da ergonomia vai além da saúde e segurança, pode suportar a estratégia de negócio da organização, de modo a que se mantenha competitiva, por este motivo a ergonomia tem em seu campo de ação, a boa interação entre o trabalho e seus executores, prevendo que todo trabalho deve ser executado com conforto e segurança, preservando a integridade física, social e psicológica dos colaboradores.

A análise dos estudos demonstra as convergências e vantagens da aplicação da ergonomia na otimização de processos, podendo, em alguns casos, contribuir significativamente na melhora da qualidade de vida no trabalho e processos mais enxutos.

Quando falamos em padronização e execução das tarefas, podemos ter como auxílio a ergonomia, disciplina científica que estuda os diversos fatores que influem no desempenho do sistema produtivo, procurando reduzir a fadiga, estresse, erros, acidentes e doenças relacionadas ao trabalho, isso através da segurança, satisfação e saúde dos trabalhadores durante o seu relacionamento com o sistema produtivo (IIDA, 2005).

Segundo Panigrahi (2023), em contextos competitivos, a adoção das práticas Lean Manufacturing atua como uma estratégia de gestão que influencia positivamente múltiplos indicadores de desempenho organizacional, incluindo redução de custos, otimização de processos, melhoria da qualidade, aumento de flexibilidade e estímulo à inovação. Dessa forma,

ao articular medidas voltadas à eficiência do sistema produtivo com foco na geração de valor e na adaptação contínua às demandas do mercado, as organizações fortalecem sua competitividade estrutural e operacional.

Um aspecto importante do ponto de vista da produção enxuta e da ergonomia, é a integração do estudo de tempos e métodos, que tem como objetivo de determinar qual o melhor método para executar a atividade, visto que o LM tem como principal objetivo a economia e consistência de movimentos, além de determinar qual o procedimento de trabalho mais eficiente e enxuto.

O Lean e a Ergonomia podem reduzir o tempo de espera, eliminando o desperdício de manuseio de materiais manuais não produtivos e posturas inadequadas, bem como aumentar eficácia, segurança e saúde dos trabalhadores (SAKTHI *et al.*, 2019 e BRITO *et al.*, 2018).

Segundo Guérin *et al* (2001) a ergonomia da atividade concentra-se nas condições reais de trabalho e nas adaptações que os trabalhadores realizam para executar suas tarefas. A análise se dá sobre a atividade real e não apenas sobre a tarefa prescrita, levando em consideração as variações do trabalho em resposta ao ambiente e às capacidades dos trabalhadores. Em contrapartida, o Lean Manufacturing tem como objetivo a eliminação de desperdícios, a melhoria contínua e a padronização dos processos.

Para Daniellou e Rabardel (2005) a ergonomia da atividade tem objetivo de melhorar as condições de trabalho, a saúde e o bem-estar dos trabalhadores, ajustando o ambiente às capacidades físicas, cognitivas e emocionais dos trabalhadores. Em relação a produção enxuta, para Ohno (1988), o objetivo é potencializar a produtividade e a eficiência, otimizando processos e reduzindo custos, considerando a saúde e conforto dos trabalhadores consideradas nas melhorias dos processos.

Para Guérin *et al.* (2001) a ergonomia da atividade considera a variabilidade como algo inerente ao trabalho, solicitando constantemente que o trabalhador ajuste suas ações para lidar com as condições reais do ambiente de trabalho e as demandas do momento, considerando essas variações como positivas e necessárias. O LM aborda que a variabilidade é vista como uma ineficiência do processo e, portanto, um desperdício e deve ser eliminada, pois cria inconsistências na manufatura. O Lean busca padronizar as operações para minimizar variações e aumentar a previsibilidade do processo produtivo (WOMACK e JONES, 1992).

Segundo Daniellou (2004) o trabalhador é visto como um agente ativo que adapta o trabalho conforme suas capacidades, variabilidades e as exigências do ambiente. A análise da

atividade foca nas interações entre o trabalhador e o ambiente de trabalho real, e como essas interações podem ser ajustadas para melhorar o conforto na execução do trabalho. Em controvérsia, Ohno (1988) descreve que trabalhador é visto como um executor de tarefas padronizadas, o qual tem a função de seguir o método definido de forma eficiente, e ainda considera que as adaptações individuais tendem a ser vistas como variações indesejadas que podem comprometer a eficiência do processo.

Para Guérin et al. (2001) as intervenções se baseiam na observação e análise da atividade real, onde as ações corretivas são desenhadas a partir das adaptações que o trabalhador realiza, com o objetivo de melhorar tanto a eficiência quanto a saúde e segurança no trabalho. Os autores Wong e Richardson (2010) descrevem que a produção enxuta apresenta resultados positivos em relação as condições de trabalho, pois além de focar na produtividade o LM aborda melhoria nos fatores de ergonomia, proporcionando melhores condições de trabalho e, assim, maior satisfação e produtividade no trabalho.

Enquanto a ergonomia diz respeito à melhoria da produtividade do trabalhador por meio da adaptação homem-máquina, as ferramentas e técnicas enxutas fornecem produtividade por meio da eliminação de desperdícios dos processos de trabalho. Assim, é essencial que a produção enxuta e a ergonomia estejam interligadas (Jazani *et al.*, 2017).

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa científica tem como objetivo resolver um problema por meio da utilização de procedimentos científicos. Assim sendo, essa busca por um conhecimento requer o uso de procedimentos capazes de fornecer confiabilidade aos resultados (PRODANOV e FREITAS, 2013).

Uma pesquisa pode ser caracterizada de diferentes maneiras, para Prodanov e Freitas (2013), os critérios para sua classificação variam conforme alguns aspectos, tais como: enfoque, interesse, campo de aplicação, metodologia, situação e objeto de estudo. A caracterização deste estudo ocorreu quanto: à natureza, à abordagem do problema, aos objetivos e aos procedimentos técnicos. De acordo com a natureza dos dados, esta pesquisa classifica-se como aplicada, pois, tem como objetivo gerar conhecimentos para uma aplicação prática e direcionado para a solução de problemas específicos (SILVA e MENEZES, 2005).

A estratégia de pesquisa utilizada foi o estudo de caso, com o intuito de implementar o trabalho padronizado, utilizando o modelo descrito por Monden (2015), associado a intervenções ergonômicas, analisando seus impactos na diminuição da demanda biomecânica e otimização do processo, sendo realizada uma pesquisa de caráter qualitativo através de um estudo de caso em uma metalúrgica no interior de São Paulo.

Neste estudo foi adotada uma abordagem metodológica baseada em um estudo de caso, uma estratégia fundamental para obter uma compreensão abrangente e contextualizada das práticas e desafios enfrentados em um ambiente prático. O estudo de caso permite uma análise detalhada de situações específicas, oferecendo insights valiosos que podem ser aplicados em cenários semelhantes, tornando-o uma ferramenta essencial para a investigação da integração entre ergonomia e manufatura enxuta. De acordo com Yin (2003), um estudo de caso deve ser definido "...como uma estratégia de pesquisa, uma investigação empírica que investiga um fenômeno dentro de seu contexto da vida real"

A pesquisa é caracterizada como qualitativa, de acordo com Minayo (2009), se ocupa com um nível de realidade que não pode ou não deveria ser quantificado, isto é, trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes. Por meio da pesquisa qualitativa, busca-se compreender a complexidade de fenômenos, fatos e processos particulares e específicos. O primeiro passo foi a seleção de uma equipe multidisciplinar, incluindo trabalhadores, para analisar os processos de trabalho em estudo, avaliando a situação inicial em termos de conforto, ergonomia e produtividade. No

quadro 4 estão descritos as etapas, ferramentas e o referencial teórico utilizados na metodologia do estudo.

**Quadro 4:** Etapas dos métodos da pesquisa

<b>Etapa</b>	<b>Ferramentas</b>	<b>Descrição</b>	<b>Referencial Teórico</b>
1º	Entrevistas	Entrevistas realizadas para entender as perspectivas dos trabalhadores sobre o processo de trabalho e coleta de dados qualitativos	BELEI et al., 2012
2º	Elaboração de questionário baseado nas entrevistas	Desenvolvimento de um questionário para coletar e quantificar a percepção dos trabalhadores sobre as condições do trabalho	HAIR et al., 2004
3º	Análise da atividade	Análise da atividade a fim compreender detalhadamente as atividades realizadas pelos trabalhadores, identificando fatores que influenciam a eficiência, segurança e conforto.	ABRAHÃO, 2009 GUÉRIN et al., 2001. GEMMA et al., 2010 WISNER, 1994
4º	Análise Biomecânica da atividade e aplicação do Checklist Sue Rodgers	Análise da demanda biomecânica, avaliando fatores de risco relacionados a posturas, movimentos, repetitividade, layout e ferramentas através do checklist de Sue Rodgers	TEIXEIRA, 2014
5º	Estudo de tempos e métodos - MTM	Estudo de tempos e movimentos a fim de identificar e definir o método de trabalho, assegurando os quesitos ergonômicos e a segurança dos trabalhadores.	MTM, 2021
6º	Workshop com os trabalhadores	Ergonomia Participativa O workshop teve a participação de seis trabalhadores, a fim de discutir o resultado do estudo de tempos e métodos, discutir e validar as melhorias ergonômicas propostas e a implementação do trabalho padronizado no posto gargalo (Ergonomia Participativa)	ABRAHÃO, 2009
7º	Entrevista pós-intervenção (após 3 meses de implementação)	Após a implementação do trabalho padronizado e das intervenções ergonômicas, foi realizada uma nova entrevista com os trabalhadores, com o objetivo de identificar as principais mudanças percebidas, tanto positivas quanto negativas, decorrentes do novo método de trabalho.	GUÉRIN et al., 2001; WISNER, 1994; ABRAHÃO, 2009
8º	Questionário validação	Posteriormente à entrevista final, foi elaborado um novo questionário abordando o trabalho padronizado e seu impacto nas condições de trabalho.	GUÉRIN et al., 2001; WISNER, 1994; ABRAHÃO, 2009

Fonte: Autora, 2024

A primeira técnica utilizada foram as entrevistas com os 6 trabalhadores da linha selecionada. Segundo Belei *et al* (2012) existem três tipos de entrevistas: estruturada, semi-estruturada e não-estruturada. Entende-se por entrevista estruturada aquela que contém perguntas fechadas, semelhantes a formulários, sem apresentar flexibilidade; semiestruturada a direcionada por um roteiro previamente elaborado, composto geralmente por questões abertas; não-estruturada aquela que oferece ampla liberdade na formulação de perguntas e na intervenção da fala do entrevistado. Um dos modelos mais utilizados é a entrevista semi-estruturada, orientada por um roteiro de questões. Esse formato permite uma organização flexível, possibilitando a ampliação dos questionamentos conforme as informações vão sendo fornecidas pelo entrevistado (BELEI *et al.*, 2012). Para avaliação qualitativa dos trabalhadores sobre o processo, foi realizada uma entrevista, com propósito de coletar informações para nortear a elaboração do questionário e entender as perspectivas dos trabalhadores frente ao estudo.

Após a entrevista, foi criado um questionário de perguntas e respostas com objetivo de identificar qual a visão dos trabalhadores em relação ao posto de trabalho, a atividade, os fatores ergonômicos e à organização dos processos aplicados na prática. Neste questionário os formulários submetidos contêm dez questões, com perguntas e respostas, onde foi explicado a cada trabalhador como responder as questões, todos passaram por um treinamento de orientação sobre como preenchê-las e sobre as práticas e conceitos do *lean manufacturing*, com ênfase no trabalho padronizado. Os formulários foram entregues para 06 trabalhadores que executavam suas atividades na linha de montagem selecionada para esse estudo.

A entrevista tem como vantagens o quão aprofundado se consegue obter os elementos em análise e a flexibilidade e baixa diretividade do esquema de coleta das evidências e interpretações dos interlocutores. Desse modo o conteúdo da entrevista será objeto de uma análise sistemática de conteúdo, destinada a testar as hipóteses de trabalho (QUIVY e CAMPENHOUDT, 1995). As entrevistas com cada trabalhador tiveram duração de aproximadamente 40 minutos, e foram realizadas durante o horário de trabalho. Os trabalhadores entrevistados foram selecionados pois executavam suas atividades na linha de montagem desta pesquisa. Na entrevista inicial, os trabalhadores foram questionados sobre uma única questão ampla: a perspectiva da realização da atividade, como seria se houvesse um padrão de trabalho? Com métodos sequenciados e definidos com a participação deles.

Após a implementação do trabalho padronizado e das intervenções ergonômicas, foi realizada uma nova entrevista, sobre as principais mudanças (positivas e negativas) introduzidas pelo novo método de trabalho? Posteriormente a entrevista final, foi elaborado um novo conjunto de questões que abordaram o trabalho padronizado, e que provavelmente poderiam impactar nas condições de trabalho (por exemplo, ritmo de trabalho, carga de trabalho, estresse, participação), embasados na revisão da literatura.

Para a elaboração do questionário, devem-se considerar as seguintes etapas: (1) desenvolvimento do questionário: recomenda-se que inicialmente sejam apresentadas perguntas que estabelecem um contato inicial com o respondente, e, na sequência, o pesquisador apresenta as questões relacionadas ao tópico da pesquisa; (2) validação: deve-se garantir que o questionário esteja alinhado aos objetivos propostos; e (3) determinação do método de aplicação: o questionário pode ser auto administrado, aplicado por correspondência ou aplicado eletronicamente (HAIR *et al.*, 2004, p. 160).

Os dados qualitativos obtidos dos trabalhadores durante a realização das entrevistas, bem como a revisão da literatura, forneceram a base para a construção dos questionários para a pesquisa, esses questionários proporcionaram aos trabalhadores a oportunidade de quantificar e priorizar os problemas identificados. Foram elaborados 02 questionários, um antes da implementação do trabalho padronizado e das intervenções ergonômicas e um após, ambos contendo 10 questões para avaliar as opiniões sobre as atuais condições de trabalho e outro para avaliar as opiniões sobre as mudanças introduzidas pelo novo sistema. Os gestores ficaram responsáveis por reforçar os objetivos e o conteúdo aos trabalhadores, e quais eram os procedimentos para responder as questões. Os critérios de validação dos questionários foi selecionar os trabalhadores que executavam suas atividades na linha em estudo há pelo menos 12 meses.

Para atender aos objetivos propostos desta pesquisa, foi realizada a análise da atividade, a fim de entender de maneira precisa e real, a atividade realizada pelos trabalhadores. Após essa etapa foi realizada a análise biomecânica da atividade, com ênfase na ergonomia física, juntamente com a análise da atividade e o estudo de tempos e movimentos. O objetivo principal é verificar e validar as condições de trabalho antes e após a implementação do trabalho padronizado e das intervenções ergonômicas, a fim de quantificar o impacto na demanda biomecânica. Essa abordagem permitirá avaliar os pontos de convergência entre o trabalho padronizado e os princípios da ergonomia, além de identificar e eliminar desperdícios relacionados à movimentação, como movimentos mais extensos que o necessário ou

desnecessários. Desta forma, espera-se proporcionar melhorias significativas tanto na eficiência do trabalho quanto no conforto, saúde e segurança dos trabalhadores envolvidos.

Com intuito de avaliar os impactos da implementação do trabalho padronizado, foi utilizado o estudo de tempos e métodos, em conjunto com os conceitos e técnicas da Ergonomia, como análise da atividade, ergonomia participativa e avaliação biomecânica da atividade. Para a realização do estudo de tempos e movimentos, será utilizada a metodologia MTM-UAS, o objetivo é identificar qual o melhor método de trabalho e a partir dos resultados obtidos, implementar a padronização do trabalho em um posto de montagem de caixas de ligação para refrigeração.

Quanto à utilização da abordagem participativa, em particular, tinha-se por objetivo conceder a oportunidade de os trabalhadores intervirem sobre as condições de seu trabalho (organização do trabalho, conteúdo da tarefa, ambiente físico e psicossocial, ferramentas) identificando os problemas, atuando nas propostas de melhorias e verificando os benefícios da condução da intervenção segundo os moldes da ergonomia participativa.

Este trabalho foi realizado em uma empresa de fabricação de componentes para refrigeração, que constantemente se vê envolvida com melhoria de processos. A empresa autorizou, por escrito, a execução desta pesquisa, onde será utilizada a análise biomecânica das atividades de trabalho, trabalho padronizado e o estudo de tempos e métodos através do Método MTM-UAS, através de filmagens e visitas in loco.

O estudo foi realizado na linha de montagem composta por 06 postos de trabalhos. Como critérios de inclusão para a seleção do posto, será avaliado o posto com maior tempo (gargalo) da linha com potencial de otimização do processo, melhora do fluxo da linha e redução da fadiga muscular. A partir da implementação do trabalho padronizado e melhorias ergonômicas, um segundo critério será aplicado na integração da análise biomecânica da atividade e de MTM-UAS no posto de montagem do relé, conciliando os problemas de sobrecarga biomecânica de membros superiores e coluna vertebral, layout do posto, quantidade de movimentos e tempo de execução das atividades.

Foram considerados os aspectos da ergonomia física, desde a análise biomecânica da atividade, juntamente com a análise da atividade, avaliação do posto de trabalho, o tempo de execução da atividade e o ambiente físico, com observação in loco do layout, ferramentas, dispositivos e equipamentos) antes da implementação da padronização do trabalho e após. Na observação in loco foi realizado o checklist de Sue Rodgers, para análise dos riscos

biomecânicos. Essa etapa teve duração de 02 meses, e foi realizada apenas no turno da manhã, pois essa atividade ocorre apenas em 01 turno de trabalho.

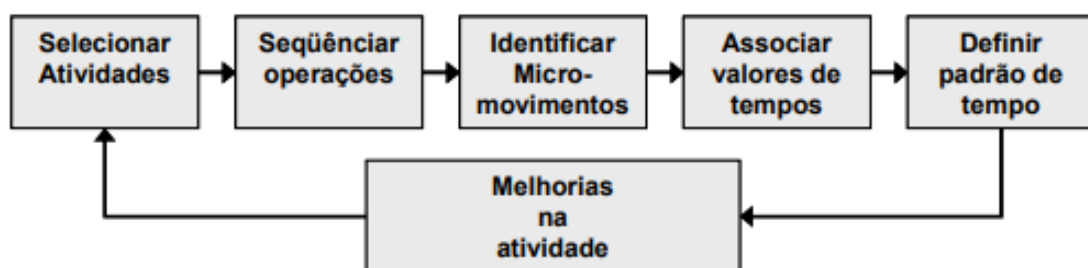
### 3.1 ETAPAS DA PESQUISA

Com relação à metodologia de pesquisa empregada, o estudo foi realizado analisando as linhas de montagem com maior número de queixas osteomusculares e com riscos ergonômicos moderados-alto (de acordo com o gerenciamento ergonômicos da empresa). Após a seleção da linha, foi aplicada uma entrevista semiestruturada, aplicação de questionário, coleta de dados com observação sistemática do processo, também foi analisado o balanceamento da linha, e por fim o estudo de tempos e métodos (MTM), visando quantificar os tempos dos movimentos, com objetivo de alcançar os objetivos traçados pelo estudo em questão.

As atividades executadas foram analisadas, com a aplicação integrada da ferramenta análise biomecânica e o Método MTM-UAS, a fim de identificar o melhor método de trabalho, os movimentos inadequados, através de vídeos das atividades de trabalho e visitas in loco na empresa.

Para dar início a pesquisa, foi seguido o processo de aplicação em 6 etapas, sugerido por Oliveira *et al.* (2011), que relata que o processo de aplicação de MTM deve ser considerado como um processo de melhoria contínua e cita seis etapas para aplicação para um posto de trabalho, conforma mostra a figura 13.

**Figura 13:** Processo de Melhoria Contínua na Aplicação de MTM em um posto de trabalho.



Fonte: Fonte: Almeida, 2008

Para aplicação do método MTM, primeiramente faz se necessário o estudo da tarefa, este foi identificado e descrito de forma detalhada, posteriormente é essencial entender todas as etapas envolvidas na operação, definindo os componentes e objetivos de cada ação realizada. Após esse sequenciamento são identificados os micros movimentos através da

decomposição dos movimentos básicos (por exemplo, alcançar, pegar, mover, posicionar, soltar), onde cada micro movimento é identificado e codificado conforme os padrões do MTM, associando os tempos de execução de cada um. Para cada micro movimento, aplica-se um código MTM específico, que corresponde a uma ação básica executada pelo trabalhador. Esses códigos são associados a tempos padrões já estabelecidos pelo método MTM. Com base nos códigos aplicados, calcula-se o tempo necessário para a execução de cada movimento. Esses tempos são somados para determinar o tempo padrão total para a execução da atividade completa. O tempo calculado é validado em campo, observando-se a execução do trabalho real x trabalho prescrito, comparando-se com o tempo padrão determinado. São realizados ajustes para melhorar a precisão e adaptabilidade da análise às condições reais. Com base na análise e participação dos trabalhadores, foi possível identificar oportunidades para melhorar a eficiência da atividade, eliminando movimentos desnecessários ou mais extensos que o necessário, otimizando a sequência de ações. Após a implementação das melhorias, o processo é monitorado para garantir que os resultados esperados sejam atingidos. Essas etapas permitem a otimização do tempo de execução das tarefas, redução da demanda biomecânica e da fadiga, redução dos desperdícios de movimentos, garantindo uma maior produtividade e conforto no ambiente de trabalho.

Para aplicação do método MTM-UAS, inicialmente foi selecionado o setor e a linha de montagem que seria alvo da pesquisa, foram selecionadas as 06 atividades da linha, que, a princípio foram sequenciadas de acordo com as exigências de produção. Após esse sequenciamento buscou-se identificar os micros movimentos, associando a demanda e riscos biomecânica da atividade, graduando a extensão e o tempo do movimento.

Após aplicação do método nos 06 postos, selecionou-se o posto de maior tempo (gargalo) para que fosse realizado a implementação do trabalho padronizado, associado as intervenções ergonômicas, como a construção de uma nova linha de montagem, considerando os critérios de ergonomia, possibilitando que as embalagens de peças ficassem mais próximas dos trabalhadores, reduzindo as extensões dos movimentos de alcançar e pegar, reduzindo a demanda biomecânica e o tempo de execução da atividade

Concluída a fase de aplicação do MTM-UAS e a seleção do posto gargalo, foi realizado um workshop com a participação dos seis trabalhadores dessa linha, a fim de discutir o resultado do estudo de tempos e métodos, as melhorias ergonômicas e a implementação de um trabalho padronizado nesse posto. O workshop teve duração de 08 horas, foi realizado em uma sala de treinamentos dentro da empresa, além da participação dos 06 trabalhadores da linha em estudo,

também participaram 02 engenheiros de processo da linha, o supervisor, 01 analista logístico, 01 engenheiro de qualidade, 01 analista de melhoria contínua, o gerente da área, 01 técnico de segurança do trabalho e 01 ergonomista. Os resultados foram apresentados por meio de painéis fixados na parede, nas quais as micro-atividades e seus respectivos tempos foram detalhados. Além disso, utilizando a técnica de mockup, foi criado um modelo do posto de trabalho, permitindo a simulação das atividades conforme as sequências e métodos estabelecidos, facilitando a visualização prática e a validação dos procedimentos operacionais, nesse momento os trabalhadores puderam dar sugestões e propor melhorias sobre o método definido. Após validado o método pelos trabalhadores, foram realizados treinamentos com o método de trabalho definido, os treinamentos em sala tiveram duração de 20 horas, sendo 08 horas teórico e 12 horas prático, e foi realizado o treinamento in loco (no posto de trabalho desde estudo), com duração de 40 horas.

A participação dos trabalhadores foi essencial desde o início do estudo, permitindo que eles expressassem suas percepções por meio de entrevistas e questionários. Durante esse processo, os trabalhadores opinaram sobre as condições de trabalho, a ausência de um método de trabalho e sugeriram melhorias para o posto em análise. Essa participação e envolvimento foi essencial para que fosse possível identificar os problemas práticos e contribuir com propostas de intervenções ergonômicas e operacionais.

Após a aplicação do estudo de tempos e métodos, iniciou-se o processo de implementação do trabalho padronizado, utilizando-se da metodologia descrita por Monden (2015), o qual foi a base escolhida para este estudo por possuir maior detalhamento sobre a forma de aplicação dos conceitos. De acordo com o sequenciamento proposto, para a aplicação do Trabalho Padronizado na organização, é necessário que sejam determinados procedimentos exatos a serem seguidos pelo operador:

- a) Determinação do *takt time*;
- b) Determinação da capacidade de produção;
- c) Determinação da rotina de operações-padrão;
- d) Preparação da folha de operação-padrão.

A Determinação do *takt time* e a capacidade de produção foram calculados pela engenharia. Em relação a determinação da rotina de operações-padrão, esta refere-se a ordem/sequência em que as atividades devem ser executadas dentro de um determinado tempo de ciclo. Essa rotina deve atender dois objetivos: primeiro deve proporcionar ao operador a

ordem de iniciar o trabalho, executá-lo e finalizá-lo. Em segundo lugar deve fornecer o sequenciamento para que o trabalhador seja multifuncional e possa realizar suas atividades em diversos postos de trabalho da linha, dentro de um tempo de ciclo pré-determinado. Para determinação dessas operações padrão, foi contemplado a ergonomia participativa, onde os trabalhadores puderam participar da elaboração dos métodos e sequências de trabalho.

Após a determinação da rotina das operações padrão, os trabalhadores devem ser treinados com o método proposto a fim de entenderem e validar o padrão de trabalho., Preparação da folha de operações-padrão Este é o item final necessário para a padronização e contém os seguintes itens: a) Tempo de ciclo; b) Rotina de operações; c) Quantidade padronizada de material em processo; d) Tempo líquido de operação; e) Verificação de qualidade do produto; f) Posições para manter cuidados com a segurança do operador.

### **3.2 CONTEXTO DO CASO ANALISADO**

A empresa faz parte do setor metalúrgico e está presente há mais de 50 anos no Brasil. Foi pioneira na criação de componentes para refrigeração comercial.

Atualmente é uma das maiores fabricantes de compressores herméticos do mundo, investirá R\$ 75 milhões em sua produção até 2025. Nos últimos quatro anos, a empresa investiu mais de R\$ 40 milhões em desenvolvimento e testes de produtos, e sua equipe de P&D conta com cerca de 100 profissionais altamente qualificados, entre PhDs, mestres e engenheiros.

Os produtos fabricados nas instalações da companhia são exportados para mais de 40 países em todo o mundo. A produção é altamente integrada verticalmente, operando com duas plantas e uma unidade de pesquisa e desenvolvimento e testes no interior de São Paulo. A empresa é líder global na indústria de refrigeração e ar-condicionado.

A implementação das ferramentas do *lean manufacturing* teve início em 2018, primeiramente com a ferramenta de 5S e Kaizen. Após 1 ano, observou-se a necessidade de reduzir os custos de forma significativa, buscou-se avaliar os processos com potenciais de otimização, iniciando-se um projeto de estudos de tempos e métodos, porém durante a realização do estudo, identificou-se a falta de um método definido de trabalho, ou seja, falta de trabalho padronizado, o que dificultava o processo de melhoria contínua e otimização de processos.

Paralelo a isso, era realizado o estudo ergonômico dos postos de trabalho, a fim de identificar os riscos ergonômicos e propor ações de melhorias. Em um desses estudos

observou-se em uma linha de montagem de componentes para refrigeração, que a falta de método, associado a um layout inadequado, propunha ao aparecimento de riscos ergonômicos, movimentos mais extensos que o necessário e possíveis desconfortos musculoesqueléticos em membros superiores e coluna vertebral. Associado a esses fatores, também observou-se que havia um potencial de otimização de processos nesses postos.

A população envolvida em um desses estudos, era composta por 6 trabalhadores 04 do sexo masculino, com idades entre 23 e 34 anos, e 02 do sexo feminino com idades entre 33 e 45 anos. Todos os trabalhadores dessa linha eram treinados para realizarem as atividades designadas a eles, já trabalhavam nessa linha há aproximadamente 03 anos, ou seja, já tinham uma certa habilidade e destreza na execução da atividade.

#### 4. DISCUSSÕES E RESULTADOS

Com objetivo de avaliar o impacto do trabalho padronizado na redução da demanda biomecânica e na otimização de processos, utilizando-se da análise da atividade, ergonomia física, e aplicação do estudo de tempos e métodos (MTM-UAS), foi possível detectar que micro atividades poderiam ser otimizadas, eliminando assim desperdícios com movimentação (movimentos mais extensos que o necessário), o que possibilitou a otimização de processos e a redução da fadiga muscular. Para a análise da atividade do posto em estudo, foram realizadas observações, anotações, fotos, filmagens, descrições e análise dos modos operatórios adotados pelos trabalhadores.

Durante o processo, o operador inicia montando o capacitor menor e fixando-o na caixa de ligação, seguido pela montagem do capacitor maior e a conexão dos fios com a porca. A atividade é realizada sentado, com encosto para a coluna, onde o trabalhador pega a caixa na esteira com a mão esquerda, posiciona-a na bancada e, em seguida, pega o capacitor menor, realizando rotação e flexão de tronco e ombro direito. Ele posiciona o outro capacitor na caixa, pega o parafuso e a porca, e os encaixa. Após, posiciona o fio e realiza a montagem com movimentos de pinça fina bilateral. O operador utiliza uma ferramenta de torque para fixar os parafusos. O processo segue com a repetição dos mesmos passos para o segundo capacitor, e, ao final, ele gira o dispositivo, libera a esteira e posiciona a caixa no palete.

Há o envolvimento de aspectos cognitivos como atenção, raciocínio e memorização das etapas, que envolvem as cores dos fios e as conexões com as peças. Já o operador 2 e 3, realiza primeiro a montagem do capacitor e em seguida o capacitor menor e por último faz a junção e conexão dos fios, o operador 4 e 6 faz primeiro a montagem do capacitor, depois faz a junção dos fios e por último faz a montagem do capacitor menor. Diante da análise da atividade, foi possível identificar diferentes modos operatórios para um único processo, em que cada trabalhador executa a montagem seguindo um método e uma sequência diferente, com tempos de ciclos diferentes.

A princípio foram identificadas as peças/componentes e ferramentas utilizados na realização da tarefa (posto gargalo), fora da área de alcance ideal, exigindo posturas e movimentos inadequados de coluna vertebral e membros superiores, conforme demonstrado na figura 5 (antes das intervenções ergonômicas). Na figura 14 é possível observar que o trabalhador realiza rotação de tronco à esquerda para pegar a peça que está posicionada

“praticamente” atrás dele, exigindo movimentos inadequados de coluna. Na figura 14, observa-se movimentos inadequados de ombro esquerdo e coluna (flexão de ombro próximo de 90°, com inclinação de tronco à esquerda), para pegar a peça que está posicionada distante. Na figura 15 é possível observar melhora na execução da atividade, onde foram eliminados movimentos de flexão de ombro esquerdo próximo de 90° e rotação e inclinação de coluna vertebral, reduzindo a demanda biomecânica da atividade e a fadiga.

**Figura 14:** Rotação de tronco à esquerda, com ombro esquerdo próximo de 90° para pegar a o capacitor menor e ombro direito próximo de 90° para pegar a segunda peça que está distante do trabalhador (antes das intervenções ergonômicas)



Fonte: Autora (2024)

**Figura 15:** Melhora das condições de trabalho para pegar as peças da 1ª caixa, melhorando a área de alcance de pega e melhora das condições de trabalho para pegar as peças da 2ª caixa, evitando posturas e movimentos inadequados de ombros e coluna (após intervenções ergonômicas)



Fonte: Autora (2024)

No estudo de tempos e métodos, através da metodologia MTM-UAS, onde foi possível identificar as extensas distâncias de pega, através do movimento de alcançar. A aplicação do método se deu através de filmagens, descrições da atividade e análise da atividade, em seguida foi realizado o desmembramento da sequência de movimentos da tarefa, resultando em 27 etapas operacionais, conforme tabela 4.

A Tabela 4 apresenta, a descrição dos movimentos, parâmetros de influência e o valor de tempo para cada etapa operacional antes da implementação das melhorias ergonômicas.

**Tabela 4:** Etapas operacionais do MTM antes das intervenções ergonômicas

Atividade	Código MTM UAS	Tempo (TMU)	Quantidade	Frequência	Tempo (seg.)
					Total
Pegar caixa da esteira e posicionar na bancada	AA3	50,0	1	1	1,80
Pegar peça e posicionar no dispositivo da bancada	AF3	80,0	1	1	2,88
Pegar parafuso da caixa	AD1	20,0	1	1	0,72
Pegar porca da caixa e posicionar no parafuso	AF1	40,0	1	1	1,44
Pegar fio da caixa e posicionar no parafuso com porca	AC1	40,0	1	1	1,44
Posicionar conjunto na peça no dispositivo	PC1	30,0	1	1	1,08
Pegar ferramenta	HC2	70,0	1	1	2,52
Torquear parafuso	PTSEC	27,8	1	1	1,00
Pegar parafuso da caixa	AD1	20,0	1	1	0,72
Pegar porca da caixa e posicionar no parafuso	AF1	40,0	1	1	1,44
Pegar fio na bancada e posicionar no parafuso com porca	AC1	40,0	1	1	1,44
Posicionar conjunto na peça no dispositivo	PC1	30,0	1	1	1,08
Pegar ferramenta	HC2	70,0	1	1	2,52
Torquear parafuso	PTSEC	27,8	1	1	1,00
Girar dispositivo	BA1	10,0	1	1	0,36
Pegar peça da caixa e posicionar na caixa	AE2	55,0	1	1	1,98
Pegar parafuso da caixa	AD1	20,0	1	1	0,72
Pegar porca da caixa e posicionar no parafuso	AF1	40,0	1	1	1,44
Pegar fio da peça e posicionar no parafuso com porca	AC1	40,0	1	1	1,44
Posicionar conjunto na peça no dispositivo	PC1	30,0	1	1	1,08
Pegar ferramenta	HC2	70,0	1	1	2,52
Torquear parafuso	PTSEC	27,8	1	1	1,00
Girar dispositivo	BA1	10,0	1	1	0,36
Acionar botão da esteira	BA1	10,0	1	1	0,36
Pegar caixa e posicionar no palete da esteira	AC3	70,0	1	1	2,52
Pegar peça da caixa e posicionar ao lado da caixa na esteira	AC1	40,0	1	1	1,44
Posicionar ramal da caixa no palete	AB1	30,0	1	2	2,16
<b>Tempo Total</b>					<b>38,46</b>

Fonte: Autora (2023)

A partir da análise biomecânica das atividades foi possível identificar os seguintes riscos:

- Movimentos inadequados de ombro esquerdo (flexão próximo de 90°), para pegar a parafusadeira e as peças que estão atrás e do lado esquerdo do trabalhador;
- Movimentos inadequados de coluna vertebral (rotação e inclinação de tronco a esquerda para pegar a peça que está posicionada atrás do trabalhador)
- Movimentos constantes de pinça fina
- Movimentos inadequados de punhos (desvio ulnar + flexão acentuada).

Com a aplicação do método MTM-UAS e a análise da atividade, foi possível identificar potenciais de melhorias relacionados a execução da atividade, ao movimento de alcançar e pegar a peça.

Em relação ao estudo de tempos e métodos, foi possível identificar:

- Há falta de método na execução da atividade, os trabalhadores executam diferentes sequências de processos para montar os componentes na caixa de ligação.
- Grandes distâncias de movimentos, peças/componentes, fora da área de trabalho ideal.
- Desperdício de tempo de processo devido as peças estarem posicionadas na faixa de distância 2 ( $> 20$  até  $\leq 50$ cm) e 3 ( $> 50$  até  $\leq 80$ cm) na metodologia MTM, exigindo movimentos com extensão maior que o necessário, gerando desperdício de movimentação e fadiga muscular.
- Na operação 01 (pegar caixa da esteira e posicionar na bancada), a faixa de distância é 03 ( $> 50$  até  $\leq 80$ cm), onde o código utilizado foi AA3, totalizando a 50 TMU, o equivalente a 1,8s, ou seja, há um potencial de redução da extensão do movimento através de ajustes no layout, reposicionando as embalagens de peças mais próximos do trabalhador, diminuindo assim a extensão dos movimentos e eliminando as posturas e movimentos inadequados de ombro esquerdo e coluna vertebral.

● Após aplicação do MTM-UAS, foi possível identificar que as operações de números 01,02 e 25 estavam com distâncias inadequadas, ou seja, maiores que 50cm até 80cm e as operações 07,13,16 e 21 também apresentavam distâncias significativas, ou seja, maiores que 20 até 50 cm, ambas com potencial de gerar movimentos inadequados e mais extensos que o necessário. O tempo total para a tarefa foi de 38,46 por caixa. Esses movimentos poderiam ser melhorados através de ajustes no posicionamento das embalagens de peças, aproximando as caixas mais próximas do trabalhador.

A adoção de uma abordagem fundamentada nos princípios da ergonomia participativa possibilitou a validação de um método de trabalho mais adequado e consistente com as

exigências da atividade real, ao integrar o conhecimento técnico-científico com o saber prático dos trabalhadores. Ao favorecer a participação ativa dos operadores no processo de análise, concepção e validação das soluções, essa abordagem contribuiu para o aprimoramento do método de trabalho sob a perspectiva da eficiência produtiva, da segurança e da preservação da saúde dos trabalhadores.

Segundo Noro (1999), uma das estratégias que se tem vindo a revelar mais efetiva para resolver os problemas ergonômicos nas empresas é a utilização de abordagens participativas, também designadas por ergonomia participativa. Este conceito consiste no envolvimento direto dos trabalhadores na implementação de conhecimentos e procedimentos em seus próprios postos de trabalho.

A ergonomia participativa envolve o engajamento ativo dos trabalhadores no planejamento e na gestão de suas atividades laborais, fornecendo-lhes o conhecimento e a autoridade necessários para influenciar processos e resultados, com o objetivo de atingir os objetivos desejados. (KOGI, 2006). Essa abordagem ficou explícita nesse estudo de caso, onde os trabalhadores puderam contribuir de maneira enriquecedora, através de seus conhecimentos, com a elaboração dos métodos e sequências de trabalho, sugerindo inclusive o local adequado para o posicionamento das peças e equipamentos, facilitando o processo de montagem.

A ergonomia participativa conta com muitos fatores que parecem estar por detrás dos resultados positivos, como por exemplo: a participação direta dos trabalhadores; uma forte base da Gestão; a geração de listas de “boas ideias”; uma abordagem sequencial passo-a-passo; a verificação e controlo dos efeitos; a criação de um grupo-guia que conduz o processo; e as melhorias evidentes nas áreas da saúde e produtividade (VINK *et al.*, 2006). Essa abordagem é essencial no programa de melhoria contínua, no estudo realizado, os trabalhadores deram ideias de melhorias que juntamente com o time técnico (engenharia, ergonomia, logística, qualidade, manufatura e segurança do trabalho), foram avaliadas e validadas, proporcionando maior, segurança e produtividade. Um ponto muito importante é acrescentar que os trabalhadores conhecem melhor o seu trabalho do que qualquer outra pessoa e, por isso, são uma excelente “fonte” geradora de ideias para melhorar as condições de trabalho, sendo eles que também estão encarregues de lidar com as mudanças a realizar (STUART-BUTTLE, 1999).

Segundo Jamil et al (2013), a integração entre o estudo de tempos e métodos e a ergonomia resulta na otimização da produtividade. Quando as atividades são cuidadosamente definidas e padronizadas por meio do estudo de tempos e métodos, e essas práticas são aliadas à aplicação dos princípios ergonômicos, é possível alcançar processos mais enxutos e eficientes,

além de promover um ambiente de trabalho mais confortável, seguro e saudável. Após a implementação das melhorias ergonômicas e do trabalho padronizado, foi possível identificar através do estudo de tempos e métodos (MTM), uma redução no tempo ciclo da atividade em estudo, passando de 38,46 para 31,80. Essa redução foi possível devido a reconfiguração do layout onde foi possível otimizar as distâncias de pega das peças (aproximando as embalagens de peças mais próximo do operador) e ferramentas (torqueadeira), transitando da faixa 3 ( $>50\text{cm}$  até  $\leq 80\text{cm}$ ) para a faixa 1 ( $\leq 20\text{cm}$ ), melhorando as condições ergonômicas do posto de trabalho, além de reduzir a biomecânica da atividade, pois o operador não necessita mais realizar movimentos e posturas inadequadas de ombro (eliminado o movimento de flexão próximo de  $90^\circ$  e extensão total de cotovelo) e coluna vertebral (eliminando o movimento de rotação e inclinação a direita), conforme tabela 5.

As linhas destacadas em azul (Tabela 5) correspondem às operações que demandam movimentos mais extensos, caracterizados por maiores demandas biomecânicas dos membros superiores e maior tempo de processo medido em TMU, conforme a metodologia MTM-UAS. Esses movimentos estão associados, principalmente, a ações de alcance, preensão e posicionamento de objetos e ferramentas, exigindo maior amplitude articular e maior demanda osteomuscular.

A identificação desses elementos críticos, evidenciada pelas marcações em azul, permitiu direcionar a discussão para a necessidade de intervenções no método de trabalho, tais como a reorganização do layout, a redução de alcances desnecessários, o reposicionamento de ferramentas e a melhora da sequência operacional. Essas medidas estão alinhadas aos princípios do LM, ao buscar a eliminação de desperdícios associados a movimentos excessivos, e aos pressupostos da ergonomia da atividade, ao promover a adaptação do trabalho às capacidades e limitações dos trabalhadores. Assim, a análise integrada entre MTM e ergonomia mostrou-se fundamental para sustentar decisões de melhoria que conciliam eficiência produtiva, segurança, conforto e preservação da saúde no trabalho.

**Tabela 5:** Etapas operacionais do MTM após as intervenções ergonômicas

Atividade	Código MTM UAS	Tempo (TMU)	Quantidade	Frequência	Tempo (seg.)
					Total
Pegar caixa da esteira e posicionar na bancada	AA1	20,0	1	1	0,72
Pegar peça e posicionar no dispositivo da bancada	AF1	40,0	1	1	1,44
Pegar parafuso da caixa	AD1	20,0	1	1	0,72
Pegar porca da caixa e posicionar no parafuso	AF1	40,0	1	1	1,44
Pegar fio da caixa e posicionar no parafuso com porca	AC1	40,0	1	1	1,44
Posicionar conjunto na peça no dispositivo	PC1	30,0	1	1	1,08
Pegar ferramenta	HC1	50,0	1	1	1,80
Torquear parafuso	PTSEC	27,8	1	1	1,00
Pegar parafuso da caixa	AD1	20,0	1	1	0,72
Pegar porca da caixa e posicionar no parafuso	AF1	40,0	1	1	1,44
Pegar fio na bancada e posicionar no parafuso com porca	AC1	40,0	1	1	1,44
Posicionar conjunto na peça no dispositivo	PC1	30,0	1	1	1,08
Pegar ferramenta	HC1	50,0	1	1	1,80
Torquear parafuso	PTSEC	27,8	1	1	1,00
Girar dispositivo	BA1	10,0	1	1	0,36
Pegar peça da caixa e posicionar na caixa	AE1	30,0	1	1	1,08
Pegar parafuso da caixa	AD1	20,0	1	1	0,72
Pegar porca da caixa e posicionar no parafuso	AF1	40,0	1	1	1,44
Pegar fio da peça e posicionar no parafuso com porca	AC1	40,0	1	1	1,44
Posicionar conjunto na peça no dispositivo	PC1	30,0	1	1	1,08
Pegar ferramenta	HC1	50,0	1	1	1,80
Torquear parafuso	PTSEC	27,8	1	1	1,00
Girar dispositivo	BA1	10,0	1	1	0,36
Acionar botão da esteira	BA1	10,0	1	1	0,36
Pegar caixa e posicionar no palete da esteira	AC1	40,0	1	1	1,44
Pegar peça da caixa e posicionar ao lado da caixa na esteira	AC1	40,0	1	1	1,44
Posicionar ramal da caixa no palete	AB1	30,0	1	2	2,16
<b>Tempo Total</b>					<b>31,80</b>

Fonte: Autora (20240)

Segundo Arezes *et al* (2015) uma das técnicas que, num primeiro momento, pode levar a algum desconforto entre os trabalhadores é a técnica de trabalho padronizado. Esta técnica está fortemente relacionada a “todo trabalho deve ser altamente especificado quanto ao conteúdo, sequência, tempo e resultado”. Diante desse contexto faz se necessário a ergonomia participativa, ou seja, é essencial a participação integral dos trabalhadores desde a fase de discussão até a elaboração e implementação dos métodos de trabalho, além de se sentirem parte

do processo, eles se sentem valorizados e motivados. Foi possível observar essa percepção na aplicação do questionário pós implementação das melhorias, onde 5 dos 6 trabalhadores relataram mais autonomia no trabalho pós implementação do trabalho padronizado e das intervenções ergonômicas.

Com objetivo de ter uma análise da biomecânica mais precisa e consistente, foi aplicado o checklist de Suzanne Rodgers. A ferramenta foi aplicada de forma informatizada, onde foi possível avaliar os movimentos e posturas exigidos durante a atividade. Após aplicação pode se concluir que a atividade apresenta risco moderado (amarelo) para ombro esquerdo e coluna vertebral, conforme figura 16.

Para aplicação do checklist foi realizada a observação in loco, com filmagens da atividade, para que pudesse ser aplicado o checklist de forma precisa, considerando todos os movimentos e seu tempo de execução. Para a atividade em estudo, foi aplicado um checklist de Suzanne Rodgers a fim de se obter um diagnóstico do nível de risco para a atividade, resultando em um mapeamento dos segmentos corporais para ações corretivas. Aplicada o checklist para avaliação de nível de esforço, tempo de esforço e esforço por minuto para cada segmento corporal, obteve-se como resultado.

**Figura 16.** Resultado do checklist de Suzanne Rodgers na atividade de montagem do capacitor menor e capacitor (antes das intervenções ergonômicas)

<b>SUZANNE RODGERS (MUSCLE FATIGUE ANALYSIS)</b>								
Referências: Rodgers, Suzanne H. (1992). A functional job evaluation technique. Occupational Medicine: State of the Art Reviews. 7(4):679-711. Rodgers, Suzanne H.(1988). Job evaluation in worker fitness determination. Occupational Medicine: State of the Art Reviews. 3(2): 219-239.								
Região	Nível do esforço			Pontuação			Nível do risco	
	Baixo [1]	Moderado [2]	Pesado [3]	Nível de esforço	Duração do esforço	Frequência do esforço		
					Ver tabela A			
<b>Pescoço</b>	Pescoço neutro. Em rotação parcial. Pescoço em flexão de 0 a 20°.	Cabeça gira para o lado. Cabeça está totalmente para trás. Pescoço em flexão cerca de 20°.	Idem ao moderado, porém com aplicação de força. Pescoço em flexão acima de 20° (queixo toca no peito).		2	1	2	Baixo
<b>Ombros</b>	Ombros neutros. Ligeiramente em abdução. Ombros em flexão com algum suporte.	Ombros em abdução sem suporte. Braços trabalhando no nível dos ombros ou acima.	Aplicando força ou sustentando peso com os braços afastados do corpo.	Dir.	1	2	2	Baixo
				Esq.	2	2	2	Moderado
<b>Tronco</b>	Tronco ereto. Sentado com suporte lombar. Ligeiramente inclinado ou flexionado.	Em flexão frontal sem carga. Levanta carga com peso moderado próximo ao corpo. Trabalho próximo ao nível da cabeça.	Levantando ou aplicando força com rotação de tronco. Grande esforço enquanto flexiona o tronco.		2	2	2	Moderado
<b>Braços Ante braços</b>	Neutro. Braços afastados do corpo, sem carga. Levantamento de cargas leves (< 1kg) próximo ao corpo. Sem rotação frontal.	Rotação do braço enquanto exerce força moderada.	Aplicação de grande força com rotação. Levantamento de cargas com braços em extensão.	Dir.	1	2	2	Baixo
				Esq.	1	2	2	Baixo
<b>Punho Mãos Dedos</b>	Força leve ou cargas mantidas próximas do corpo; punhos neutros. Esforços de preensão em manípulos confortáveis.	Preensão em manípulos largos ou estreitos; angulação moderada dos punhos, especialmente em flexão; uso de luvas com estresse.	Esforços em pinça; desvios significativos dos punhos; objetos com superfícies escorregadias.	Dir.	2	1	2	Baixo
				Esq.	2	1	2	Baixo
<b>Pernas Joelhos</b>	Parado. Caminhando sem flexionar-se. Peso do corpo distribuído nos dois pés.	Flexionado à frente. Inclinado sobre a mesa de trabalho. Peso do corpo sobre um pé. Gira o copo sem exerce alguma força.	Exercendo grande força para levantar ou empurrar algum objeto. Se agacha enquanto exerce alguma força.	Dir.	1	1	1	Baixo
				Esq.	1	1	1	Baixo
<b>Tornozelos Pés Dedos</b>	Parado. Caminhando sem flexionar-se. Peso do corpo distribuído nos dois pés.	Flexionado à frente. Inclinado sobre a mesa de trabalho. Peso do corpo sobre um pé. Gira o copo sem exerce alguma força.	Exercendo grande força para levantar ou empurrar algum objeto. Se agacha enquanto exerce alguma força.	Dir.	1	1	1	Baixo
				Esq.	1	1	1	Baixo
Atenção: Prioridade N/A (não se aplica) significa que a combinação da duração e frequência selecionada não é possível.								
<b>Tabela A</b>		<b>Pontuação = 1</b>	<b>Pontuação = 2</b>	<b>Pontuação = 3</b>	<b>Pontuação = 4</b>			
<b>Duração do esforço</b>		< 6 s	6 a 20 s	20 a 30 s	> 30 s			
<b>Frequência do esforço</b>		< 1/min	1 a 5 / min	> 5 a 15 / min	> 15 / min			

Fonte: Autora (2023)

Após a implementação das melhorias ergonômicas, foi possível observar melhora na execução do trabalho, diminuindo a demanda biomecânica da atividade, reduzindo a fadiga e melhorando o conforto. O checklist foi aplicado novamente, após as intervenções e foi possível observar a redução dos riscos ergonômicos, reduzindo a demanda biomecânica em pescoço, coluna e ombro esquerdo - conforme figura 17.

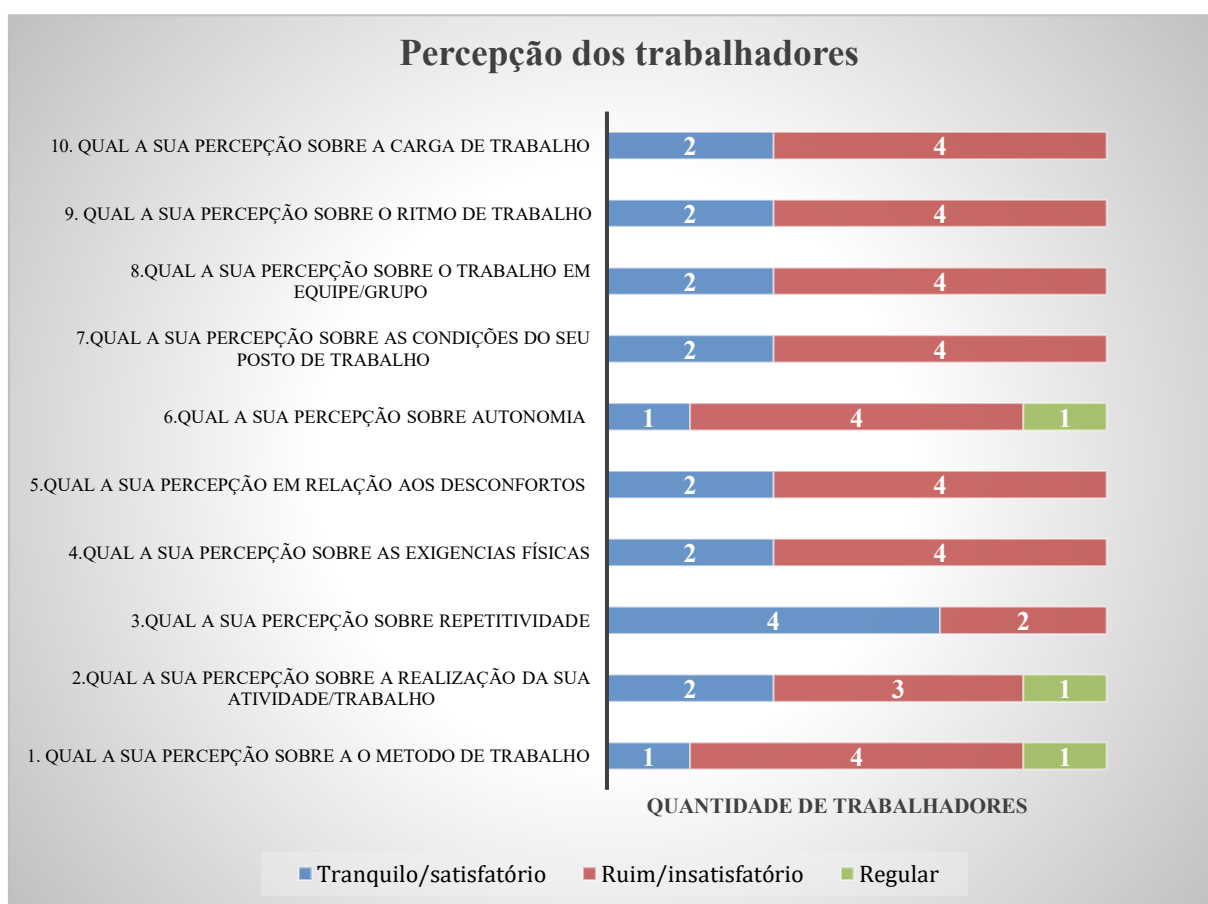
**Figura 17:** Aplicação na atividade de montagem da borneira e capacitor (pós-intervenções ergonômicas)

<b>SUZANNE RODGERS (MUSCLE FATIGUE ANALYSIS)</b>								
<small>Referências: Rodgers, Suzanne H. (1992). A functional job evaluation technique, Occupational Medicine: State of the Art Reviews. 7(4):679-711. Rodgers, Suzanne H.(1988). Job evaluation in worker fitness determination. Occupational Medicine: State of the Art Reviews. 3(2): 219-239.</small>								
Região	Nível do esforço			Pontuação			Nível do risco	
	Baixo [1]	Moderado [2]	Pesado [3]	Nível de esforço	Duração do esforço	Frequência do esforço		
					Ver tabela A			
<b>Pescoço</b>	Pescoço neutro. Em rotação parcial. Pescoço em flexão de 0 a 20°.	Cabeça gira para o lado. Cabeça está totalmente para trás. Pescoço em flexão cerca de 20°.	Idem ao moderado, porém com aplicação de força. Pescoço em flexão acima de 20° (queixo toca no peito).	1	1	2	Baixo	
<b>Ombros</b>	Ombros neutros. Ligeiramente em abdução. Ombros em flexão com algum suporte.	Ombros em abdução sem suporte. Braços trabalhando no nível dos ombros ou acima.	Aplicando força ou sustentando peso com os braços afastados do corpo.	Dir.	1	2	2	Baixo
				Eq.	1	2	2	Baixo
<b>Tronco</b>	Tronco ereto. Sentado com suporte lombar. Ligeiramente inclinado ou flexionado.	Em flexão frontal sem carga. Levanta carga com peso moderado próximo ao corpo. Trabalho próximo ao nível da cabeça.	Levantando ou aplicando força com rotação de tronco. Grande esforço enquanto flexiona o tronco.	1	2	2	Baixo	
<b>Braços Ante braços</b>	Neutro. Braços afastados do corpo, sem carga. Levantamento de cargas leves (< 1kg) próximo ao corpo. Sem rotação frontal.	Rotação do braço enquanto exerce força moderada.	Aplicação de grande força com rotação. Levantamento de cargas com braços em extensão.	Dir.	1	2	2	Baixo
				Eq.	1	2	2	Baixo
<b>Punho Mãos Dedos</b>	Força leve ou cargas mantidas próximas do corpo; punhos neutros. Esforços de preensão em manípulos confortáveis.	Preensão em manípulos largos ou estreitos; angulação moderada dos punhos, especialmente em flexão; uso de luvas sem esforço.	Esforços em pinça; desvios significativos dos punhos; objetos com superfícies escorregadias.	Dir.	2	1	2	Baixo
				Eq.	2	1	2	Baixo
<b>Pernas Joelhos</b>	Parado. Caminhando sem flexionar-se. Peso do corpo distribuído nos dois pés.	Flexionado à frente. Inclinado sobre a mesa de trabalho. Peso do corpo sobre um pé. Gira o copo sem exerce alguma força.	Exercendo grande força para levantar ou empurrar algum objeto. Se agacha enquanto exerce alguma força.	Dir.	1	1	1	Baixo
				Eq.	1	1	1	Baixo
<b>Tornozelos Pés Dedos</b>	Parado. Caminhando sem flexionar-se. Peso do corpo distribuído nos dois pés.	Flexionado à frente. Inclinado sobre a mesa de trabalho. Peso do corpo sobre um pé. Gira o copo sem exerce alguma força.	Exercendo grande força para levantar ou empurrar algum objeto. Se agacha enquanto exerce alguma força.	Dir.	1	1	1	Baixo
				Eq.	1	1	1	Baixo
<small>Atenção: Prioridade N/A. (não se aplica) significa que a combinação da duração e frequência selecionada não é possível.</small>								
Tabela A		Pontuação = 1	Pontuação = 2	Pontuação = 3	Pontuação = 4			
Duração do esforço		< 6 s	6 a 20 s	20 a 30 s	> 30 s			
Frequência do esforço		< 1 / min	1 a 5 / min	> 5 a 15 / min	> 15 / min			

Fonte: Autora (2023)

De acordo com Maggi (2006) a eficácia numa organização só pode ser atingida por meio de certa autonomia dos trabalhadores. No gráfico 1 pode se observar que 04 trabalhadores relataram pouca autonomia no trabalho antes da aplicação do trabalho padronizado e das intervenções ergonômicas. Em relação a aplicação do questionário antes, pode se observar que 4 trabalhadores relataram que estão insatisfeitos com o método de trabalho, os demais resultados podem ser observados na figura 18:

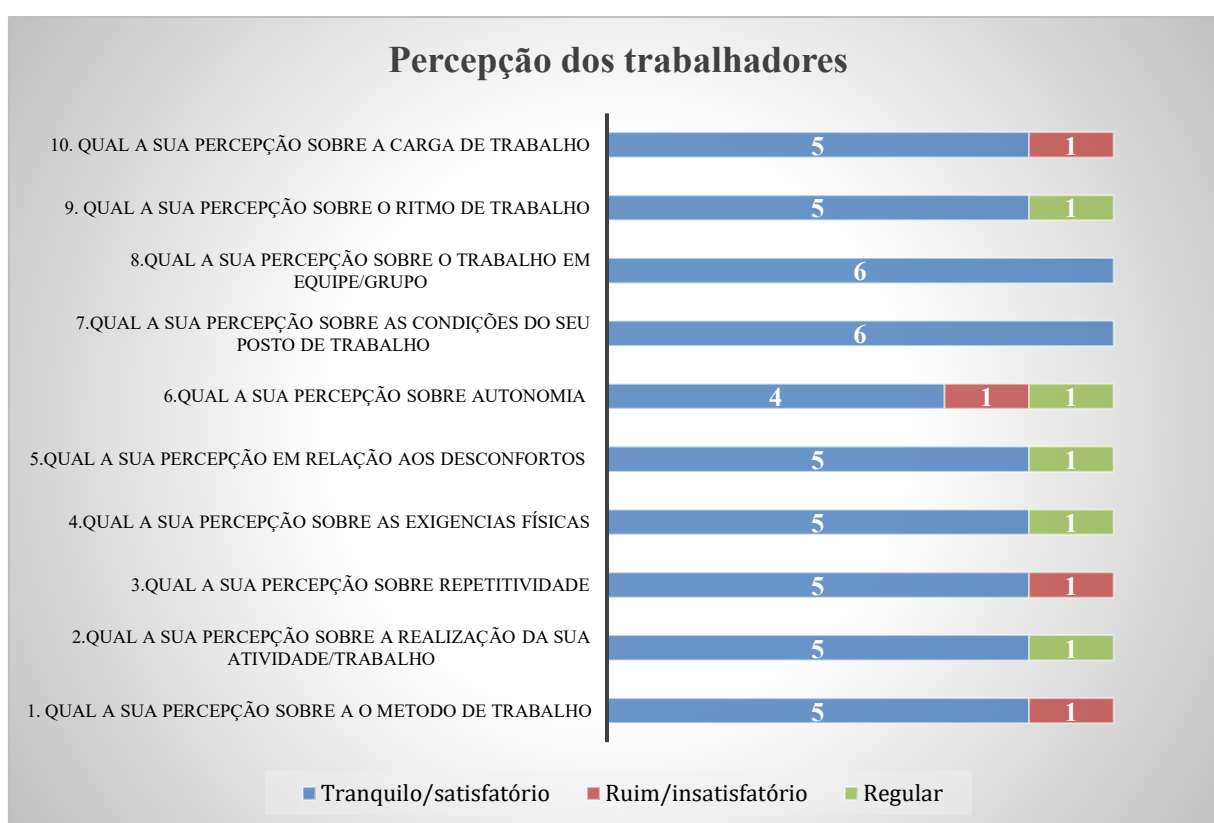
**Figura 18:** Respostas dos trabalhadores antes da implementação do trabalho padronizado e das intervenções ergonômicas



Fonte: Autora (2024)

A integração da ergonomia com o trabalho padronizado pode otimizar ainda mais a produtividade, minimizando a fadiga do trabalhador e melhorando as condições do local de trabalho (JAMIL *et al.*, 2013). Após a implementação do trabalho padronizado e as melhorias ergonômicas, foi possível identificar que houve melhora na percepção do método de trabalho, na autonomia, nas exigências físicas, no fator repetitividade, no nível de dificuldade para realizar a atividade e melhora nas condições de trabalho, conforme figura 19:

**Figura 19:** Respostas dos trabalhadores após a implementação do trabalho padronizado e das intervenções ergonômicas



Fonte: Autora (2024)

A possibilidade de melhorias contínuas, e a responsabilidade (autonomia) no processo produtivo impõem ao trabalhador um pensamento mais bem elaborado. Com a implementação do novo método, o trabalhador precisa aprender a perceber e analisar problemas relacionados ao seu trabalho para poder opinar sobre seu melhoramento. Necessita desenvolver a iniciativa para resolver problemas, e no trabalho em equipe precisa melhorar suas habilidades interpessoais de comunicação, participação, administração de conflitos, assumindo compromissos e se comprometendo (TRACTENBERG, 1999). Vieira *et al.* (2012) demonstram que a lógica da melhoria contínua cria condições para que a ergonomia evolua

progressivamente na organização, por meio de pequenas melhorias sucessivas, muitas vezes de baixo custo, mas com impacto significativo nas condições de trabalho.

As entrevistas foram conduzidas com o objetivo de aprofundar a compreensão das percepções dos trabalhadores envolvidos no processo de implementação do trabalho padronizado. Esses trabalhadores vivenciaram e acompanharam as mudanças no dia a dia, além de terem contribuído com ideias e sugestões para melhorias no processo. Adicionalmente, foram apresentados comentários compilados no período pré e pós-implementação, os quais foram coletados por meio de entrevistas realizadas nas estações de trabalho, abordando aspectos relacionados à ergonomia e os processos de trabalho.

“Acredito que é muito positivo ver a empresa se esforçando para melhorar o ambiente de trabalho, pois isso demonstra uma preocupação com a saúde dos funcionários” (Trabalhador 1).

“Tive a oportunidade de participar de diversas melhorias relacionadas ao meu posto trabalho. Quando os estudos são realizados, a ergonomista vem aqui e fica observando a gente trabalhar, faz perguntas e solicita minha opinião sobre como podemos melhorar o nosso trabalho. Sinto que minha participação é importante, pois sou eu quem faço o trabalho aqui, e minha experiência pode contribuir para as mudanças. (Trabalhador 4).

“Eu acredito que se tivéssemos uma forma correta de fazer o trabalho ficaria mais fácil e a gente cansava menos” (Trabalhador 3).

“Nossa atividade é muito desorganizada, cada um trabalha de um jeito, cada uma monta de um jeito, quando dá falhas fica difícil retrabalhar porque não se sabe como foi montado, aí a gente tem que tentar descobrir como foi montado” (Trabalhador 6)

“Eu monto do meu jeito, acho mais fácil, já me ensinaram outras formas, mas eu não me adaptei. (Trabalhador 5).

Após 03 meses da implementação do trabalho padronizado, com a participação dos trabalhadores associado as intervenções ergonômicas, os trabalhadores foram ouvidos novamente em uma sala de treinamentos, onde cada entrevista teve duração de 40 minutos, dos 6 trabalhadores da linha em estudo, 05 relataram que o trabalho ficou mais tranquilo, confortável e mais fácil, segue algumas verbalizações dos trabalhadores:

“Eu achei que ficou mais fácil ter uma sequência de trabalho, no começo eu tinha que ficar olhando na folha, mas agora já sei de cabeça” (Trabalhador 2).

“Meu trabalho parece que tá mais fácil agora, eu faço mais tranquila a minha atividade, agora eu sei a sequência de cores dos fios que eu preciso montar com cada peça, antes eu sempre me confundia” (Trabalhador 1).

“No começo eu estranhei e senti umas dores nas mãos, mas agora já me acostumei com os novos métodos, acho que agora eu já me adaptei” (Trabalhador 5).

“Eu sinto que agora tenho mais facilidade de trabalhar, tá mais fácil as atividades” (Trabalhador 3).

“Eu fico menos cansado agora, tá mais de boa” (Trabalhador 4).

Certamente a melhora no ambiente de trabalho alcançada pelo *lean manufacturing* é destacável, pois através da organização e prescrição de atividades a serem realizadas, tem-se um maior controle de movimentações e fluxo de materiais/pessoas no ambiente de trabalho, o que acaba por diminuir a exposição dos trabalhadores a lesões e acidentes não previstos. (PERALTA *et al.*, 2017). De acordo com as entrevistas dos trabalhadores, é possível identificar que houve na execução e conforto no trabalho.

Entrevistas, questionários aplicados aos trabalhadores e análises de estudos de caso acerca dos efeitos da manufatura enxuta na segurança e conforto no trabalho, evidenciam associações positivas com o aumento da percepção de saúde, da satisfação no trabalho e da motivação dos trabalhadores. Tais resultados indicam que a adoção de práticas Lean, quando adequadamente integradas aos princípios ergonômicos, favorece a construção de métodos de trabalho mais eficientes, seguros e compatíveis com as exigências reais da atividade.

Nesse sentido, Aqlan *et al.* (2016) destacam que soluções ergonomicamente fundamentadas tendem a apresentar maior estabilidade ao longo do tempo, uma vez que contribuem para a redução da fadiga, desconforto e dos desvios operacionais associados a métodos incompatíveis com as demandas do trabalho real. Esse achado dialoga diretamente com os pressupostos da ergonomia da atividade, ao evidenciar que métodos de trabalho eficazes são aqueles que incorporam a variabilidade humana e as estratégias operatórias desenvolvidas pelos trabalhadores, em vez de buscar sua eliminação por meio de prescrições rígidas e descontextualizadas.

Vieira *et al.* (2012) demonstram que a ergonomia, quando incorporada como base do sistema produtivo, contribui para a melhoria contínua das condições de trabalho, redução de

riscos ergonômicos e aumento do desempenho operacional. A padronização orientada pelo conhecimento dos trabalhadores, aliada à participação ativa nas ações de Kaizen, favorece a construção de métodos de trabalho mais estáveis, eficientes, seguros e compatíveis com as exigências do trabalho real, reforçando a sustentabilidade das melhorias implementadas e o alinhamento entre produtividade, saúde e qualidade.

De acordo com Aqlan *et al.*, 2014; Smith, 2003 e Vieira *et al.*, 2012, os trabalhadores percebem melhores condições de trabalho, redução da fadiga e dos desconfortos osteomusculares.

Para Bragança e Costa (2015), as vantagens da aplicação do trabalho padronizado são: melhora da polivalência e autonomia dos trabalhadores; melhora utilização do tempo de trabalho; redução da variabilidade dos processos; permitir um melhor controle dos processos de trabalho e operações. Esses aspectos foram observados na devolutiva do questionário e nas entrevistas, onde eles relataram que se “sentem mais donos do processo”, em que 83% (5 trabalhadores) dos trabalhadores relataram mais autonomia após implementação do trabalho padronizado e das intervenções ergonômicas.

Segundo Kim (2017), a efetiva operacionalização dos sistemas de produção enxuta demanda a integração de abordagens ergonômicas consistentes, uma vez que tais práticas constituem um elemento fundamental para o funcionamento adequado e sustentável dos sistemas industriais. O autor ressalta que a ergonomia deve ser compreendida como parte integrante das estratégias organizacionais voltadas à sustentabilidade, ao favorecer a compatibilização entre eficiência produtiva e condições de trabalho.

Nesse sentido, a implementação articulada dos princípios do LM e da ergonomia envolve ações como o redesenho do trabalho, ergonomia participativa, padronização dos métodos operacionais e a redução ou eliminação de fatores de risco presentes no ambiente de trabalho, contribuindo para a construção de sistemas produtivos mais eficientes, saudáveis e seguros.

No presente estudo foi possível observar que a integração da ergonomia com o trabalho padronizado, proporcionou melhores condições na execução da atividade, tais como redução da demanda biomecânica, diminuição da fadiga e melhora do bem-estar, essa integração é muito valiosa no ambiente de trabalho, tornando possível o atendimento das perspectivas dos trabalhadores.

Womack *et al.* (1990) no que muitos consideram como o livro notório 'A máquina que mudou o mundo' argumentaram que a produção enxuta não é apenas o sistema mais eficiente para a fabricação de carros, mas é a melhor maneira de organizar todos os tipos de produção industrial, apresentando aumentos dramáticos na produtividade e melhorias qualitativas nas condições de trabalho. Os supostos benefícios da produção enxuta são autonomia no trabalho, participação do trabalhador, empoderamento, ampliação do trabalho etc. Esses benefícios foram observados nesta pesquisa, principalmente no que tange a participação dos trabalhadores no processo de implementação da ferramenta *lean* e nas intervenções ergonômicas, enriquecendo e contribuindo para o sucesso dos objetivos propostos.

Bittencourt *et al.* (2011) relata que implementação das técnicas *lean* contribuiu para uma melhora nas condições de trabalho, verificando-se assim uma forte sinergia entre *lean* e a ergonomia. O objetivo final desta sinergia é conseguir uma melhora na produtividade, mas não à custa de um trabalho Fordiano, sem conteúdo e sentido para os trabalhadores. Esta produtividade pode também ser conseguida por inculcar maior responsabilidade, mas, ao mesmo tempo, mais motivação pelo trabalho. Ainda de acordo com os autores, as pessoas precisam trabalhar não só como forma de sustento, mas, principalmente, porque o trabalho dignifica as pessoas. Mas para isso é necessário que este seja desenvolvido num ambiente saudável e com as condições ergonômicas favoráveis ao bom desempenho físico e psicológico do trabalhador. Diante desse contexto, é essencial a interação da ergonomia participativa na implementação das técnicas *lean*, buscando motivando e incentivando os trabalhadores para que estes sintam à vontade em poder falar, sugerir, melhorar, ter um sentimento de pertença a uma comunidade que é a empresa que acrescenta valor a produtos, mas também a pessoas.

No estudo realizado por Collim *et al.* (2021), abordando a integração da produção enxuta e a ergonomia, demonstraram um resultado positivo nos indicadores de produtividade e bem-estar, eles descrevem a importância do envolvimento dos trabalhadores durante todo o estudo, os trabalhadores demonstraram motivação e satisfação com o novo design de trabalho. Suas percepções foram positivas, o que estava de acordo com a avaliação ergonômica, destacando a importância da ergonomia participativa durante esses tipos de intervenções na estação de trabalho. Esse mesmo sentimento foi observado na atual pesquisa, onde os trabalhadores relataram maior satisfação com as intervenções ergonômicas, elogiando o novo design de trabalho.

## 5. CONCLUSÃO

Muito se discute sobre os impactos das demandas de trabalho em ambientes de produção enxuta, entretanto, diversos estudos apresentam limitações metodológicas ou lacunas significativas em suas abordagens. Essas deficiências metodológicas indicam a necessidade de investigações mais robustas, que sejam fundamentadas em casos práticos e em análises empíricas concretas. Tal enfoque permitiria uma compreensão mais aprofundada dos efeitos do *lean manufacturing* e suas ferramentas sobre a saúde e o desempenho dos trabalhadores, proporcionando evidências mais sólidas e aplicáveis às realidades organizacionais.

O trabalho padronizado (TP) é um conceito fundamental do *lean manufacturing* e tem obtido resultados significativos em diversos setores, porém pouco se fala sobre os impactos da padronização sobre a saúde e bem-estar dos trabalhadores. Essa abordagem da ergonomia e o trabalho padronizado é essencial para o sucesso da implementação de um método de trabalho definido, onde a participação dos trabalhadores tem uma rica contribuição na definição dos padrões e sequências de trabalho.

Houve uma intensificação do trabalho, devido a uma diminuição dos tempos, porém, para os trabalhadores, esses fatores negativos parecem estar sendo compensados pelas melhorias realizadas no posto de trabalho, na organização das atividades, que agora possuem um método definido de trabalho e na participação ativa, onde os trabalhadores podem participar mais ativamente do processo produtivo através de ideias e sugestões para melhorias contínuas de processo.

Um fato importante que deve ser destacado é que para a implantação do trabalho padronizado é necessário que haja uma certa estabilidade, pois sabemos que não é possível eliminar 100% da variabilidade, porém é essencial que não falte material, mão-de-obra e quebras constantes de máquinas, sendo necessário um planejamento de produção detalhado. Em relação ao estudo de tempos e métodos, durante as aplicações de MTM, os fatores ergonômicos foram sempre considerados, pois ao se analisar detalhadamente as atividades dos operadores, podem-se reconhecer os aspectos ergonômicos e com isso melhorá-los. Esta combinação permitiu melhorar a produtividade ao mesmo tempo em que se diminuí os custos de lesões ergonômicas. Outro aspecto relevante da combinação da MTM com a Ergonomia é o impacto positivo no psicológico dos operadores diretos da linha de produção.

Em relação aos estudos de caso, identificou-se um potencial aumento na produtividade, pois houve redução do tempo ciclo de 6,7s na atividade avaliada, proporcionado pelo novo design do posto de trabalho, onde foi possível aproximar as embalagens de peças e ferramentas do operador, diminuindo as distâncias de pega. Além dos resultados em relação à produtividade, foram identificados resultados qualitativos bastante significativos, como: melhoria da satisfação dos funcionários, redução de desperdícios de movimentação, redução da demanda biomecânica e fadiga e melhora da autonomia no trabalho.

O estudo de caso desta pesquisa evidencia que uma implantação correta das ferramentas e dos princípios da filosofia *lean manufacturing* é benéfica para os trabalhadores, há maior estímulo, envolvimento, satisfação e participação dos atores do trabalho, em relação ao ritmo de trabalho, concluiu-se que não é intensificado em relação à produção enxuta, tem-se uma melhor distribuição da carga de trabalho que quando integrada a intervenções ergonômicas, proporcionam eficiência, conforto e saúde no ambiente de trabalho.

No presente estudo foi possível identificar ganhos, que segundo os trabalhadores, se deram pela reorganização do layout (posto de trabalho e ferramentas), pela implementação de um padrão de trabalho, pela melhora na autonomia, acarretando um sentimento de valorização, por parte dos trabalhadores, para a empresa observou-se melhoria da produtividade, em função dos trabalhadores se sentirem mais confiantes na realização das atividades.

Acreditamos que as mudanças no universo do trabalho, impulsionadas pela reestruturação produtiva, têm contribuído significativamente para a transformação da relação entre saúde e a atividade dos trabalhadores. Com as transformações na economia mundial, tornou-se necessário que o capital reorganizasse a produção, visando a recuperação dos níveis de acumulação. Esse processo gerou uma transição dos modelos de acumulação em massa para uma produção mais flexível, impactando diretamente os trabalhadores na forma como executam suas tarefas. Nesse contexto, a análise da atividade e a ergonomia tornam-se essenciais para compreender e adaptar as novas formas de trabalho, garantindo que a saúde e o bem-estar dos trabalhadores sejam preservados, mesmo diante das novas exigências de produtividade e flexibilidade.

Sob a ótica da pesquisadora, segundo o estudo com os trabalhadores, a partir das entrevistas, as falas e os comportamentos, pode se observar uma melhora na satisfação e motivação no trabalho, ficou claro que quando os trabalhadores percebem que suas tarefas são projetadas considerando a ergonomia, eles se sentem mais valorizados e satisfeitos com seu

trabalho. Isso pode levar a um aumento na motivação e na produtividade, uma vez que os trabalhadores se sentem mais confortáveis e seguros em suas funções.

O estudo apresentou algumas limitações que estão relacionadas a:

- Resistência à mudança, a implementação de um método de trabalho pode encontrar resistência por parte dos trabalhadores, principalmente se eles não forem envolvidos no processo de desenvolvimento dos padrões, podendo resultar em um baixo engajamento com o programa de melhoria contínua, além no aumento do risco de queixas relacionadas a saúde.

- Falta de flexibilidade nos processos, o trabalho padronizado pode limitar a flexibilidade nos processos, dificultando adaptações rápidas às necessidades urgentes que ocorrem no dia-a-dia, podendo gerar situações de desconfortos.

- Variabilidade dos trabalhadores: a padronização pode se tornar frustrante ao não considerar as diferenças individuais entre os trabalhadores, como idade, sexo, capacidades físicas e condições de saúde. Isso pode resultar em uma padronização que não seja adequada para todos os trabalhadores.

- Desconsideração de melhorias contínuas: a implementação de padrões de trabalho pode inibir a adoção de novos métodos. A falta de atualização de novas formas de trabalho pode comprometer a saúde dos trabalhadores.

- Desconsideração da variabilidade de tarefas: a padronização dos métodos de trabalho pode desconsiderar a variação natural de tarefas, levando a uma simplificação excessiva do trabalho, o que pode aumentar os desconfortos osteomusculares e a demanda mental

Diante das limitações que surgiram durante a pesquisa, é interessante novos estudos com foco na identificação e análise da variabilidade das tarefas e como essa variabilidade pode ser integrada de maneira segura e eficiente no trabalho padronizado, visando a redução da demanda biomecânica e cognitiva. Uma pesquisa relacionada a avaliação longitudinal dos efeitos ergonômicos da padronização, com objetivo de avaliar os efeitos da padronização a longo prazo sobre a saúde dos trabalhadores, considerando o impacto cumulativo das condições de trabalho padronizado nas diferentes dimensões da ergonomia (física, cognitiva, organizacional), podendo contribuir com insights valiosos.

Uma outra oportunidade de pesquisa, seria a integração da ergonomia cognitiva no design de métodos de trabalho, a ergonomia de concepção deve incorporar, desde o início, elementos de ergonomia cognitiva ao trabalho padronizado. Estudos futuros podem investigar como o trabalho padronizado pode ser projetado para reduzir a carga mental, promovendo a

variação de tarefas e intervalos cognitivos adequados para evitar o desgaste mental dos trabalhadores.

O campo de estudos é vasto, com muitas oportunidades de pesquisas inovadoras, como por exemplo, um estudo sobre a modelagem de variabilidade individual desde o projeto, onde a ergonomia de concepção pode introduzir o conceito de modelagem de variabilidade individual no projeto dos padrões de trabalho. Isso envolveria a criação de soluções adaptativas que considerem as diferenças nas capacidades físicas e cognitivas dos trabalhadores, permitindo um design mais inclusivo que ofereça variação nas atividades e na biomecânica do trabalho.

Estudos futuros podem abordar a aplicação do modelo em outros segmentos da indústria, construindo novos casos de referência que poderiam gerar comparações das principais dificuldades e sinergias encontradas em cada uma das aplicações.

## REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, Júlia *et al.* **Introdução à Ergonomia: da teoria à prática**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2009.
- ALMEIDA, D. Leandro M. de. **Análise da aplicação do método MTM em empresas de manufatura: estudo de caso**. 2008. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
- ANTUNES, Junico. **Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para o projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2008.
- AQLAN, F., LAM, S., RAMAKRISHNAN, S., e BOLDRIN, W. (2014). **Integrating lean and ergonomics to improve internal transportation in a manufacturing environment**. In Industrial and systems engineering research conference (ISERC).
- AREZES, P. M.; DINIS-CARVALHO, J.; ALVES, A. C. **Workplace ergonomics in lean production environments: a literature review**. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 57–70, 2014. DOI: 10.3233/WOR-141858. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/265733694\\_Workplace\\_ergonomics\\_in\\_lean\\_production\\_environments\\_A\\_literature\\_review](https://www.researchgate.net/publication/265733694_Workplace_ergonomics_in_lean_production_environments_A_literature_review).
- ATTWOOD, D.; DEEB, J.; DANZ-REECE, M. **Ergonomic Solutions for the Process Industries**. Oxford: Elsevier, 2004.
- BARBOSA, A. L.; FONSECA, J. A. **Ergonomia: fundamentos e aplicações**. São Paulo: Editora Atlas, 2015.
- BARNES, Ralph M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. Ed. Blucher, 1977.
- BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. 13º reimpr. São Paulo: Blucher, 2013.
- BEDIN, É. P., FONTES, A. R. M., e BRAATZ, D. (2020). **Discrepancy between prescribed and real work: the case of outsourced service contract supervisors at federal universities in the state of São Paulo**. *Revista Brasileira De Gestão De Negócios*, 22(2), 232–249. <https://doi.org/10.7819/rbgn.v22i2.4055>.

BERKENBROCK, T.; RENÓ, G. W. S. R.; MARTINS, A. A.; SEVEGNANI, G.; FISCHER, D. A. **Estudo do Trabalho Padrão em Linhas de Montagem de Refrigeradores**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 19, 2009, Salvador. **Anais**: ABREPO, 2009. 14p.

BITTENCOURT, W.; ALVES, A. C.; AREZES, P. **Revisão bibliográfica sobre a sinergia entre Lean Production e Ergonomia**. In: Congresso Luso Moçambicano de Engenharia (CLME2011), 6., 2011, Maputo. **Anais [...]** Maputo: Edições INEGI, 2 set. 2011. p. 1-13. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/18865>.

BONATTO, F.; KOVALESKI, J., L. **Estudo de Tempos e Métodos para a elaboração de folha de processos no setor de montagem de cadeiras**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2013. **Anais eletrônicos...** Salvador. Disponível em:

BONESI L.D., F. M.; VARGAS, F. B. de; FORMOSO, C. T.; BULHÕES, I. R. **Método para implementação do trabalho padronizado como elemento adicional do planejamento e controle baseado em localização**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 24, e131705, jan./dez. 2024. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212024000100734>.

BOTTI, L.; MORA, C.; REGATTIERI, A. **Integrando ergonomia e princípios de manufatura enxuta em uma linha de montagem híbrida**. *Computers and Industrial Engineering*, v. 111, p. 481–491, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.05.011>. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.05.011>.

BRITO M. F., RAMOS A. L. F. A., CARNEIRO P., GONÇALVES, M. A., FERREIRA, J. A. d. V., e FRADE, A. B. T. **Improving the Production Performance and Ergonomic Aspects Using Lean and Agile Concepts**. *The Open Cybernetics e Systemics Journal*. 2018, 12, 122–135. <https://doi.org/10.2174/1874110X01812010122>.

BROWN, O. (2005). **Participatory Ergonomics**. In N. Stanton, A. N. Hedge, K. Brookhuis, E. Salas, e H. Hendrick (Eds.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics, Methods*. Boca Raton: CRC Press.

BROWN, O., JR. (1993). **Participatory ergonomics and participation: A review**. In *Proceedings of the Scientific Conference Ergonomics in Russia, the Other Independent States, and Around the World*, 2 (pp. 57–65). St. Petersburg: Russian Ergonomics Association

BRUNORO, C. M., BOLIS I. e Sznelwar L. I. **Contribuições da ergonomia da atividade e da psicodinâmica do trabalho para um trabalhar em uma perspectiva de sustentabilidade.**

Revista Ação Ergonômica (2017): n. pag.

CARBALLEDA, G. **Uma contribuição possível dos ergonomistas para a análise e a transformação da organização do trabalho.** In: DUARTE, F. Ergonomia e Projeto: na indústria de processo contínuo. Rio de Janeiro, Editora Lucerna, 2002, p. 281-297.

CAMAROTTO, J. A., SIMONELLI, A. P., RODRIGUES, D. S. **Ergonomia e trabalho.** In: SIMONELLI, Angela Paula; RODRIGUES, Daniela da Silva (org.). Saúde e trabalho em debate: velhas questões, novas perspectivas. Brasília: Paralelo 15, 2013. v. 1, p. 33-54. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/327272559>.

CAMPOS, V. F. (1999). **Qualidade total:** padronização de empresas. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial.

CECCONELLO, I.; HUPPES, N. **Aplicação de trabalho padronizado em uma empresa do setor plástico.** Journal of Lean Systems, v. 5, n. 2, p. 01-18, 2020. Disponível em: <http://leansystem.ufsc.br/>.

CHADEGANI, A, A.; SALEHI, H., YUNUS, M. M.; FARHADI, H.; FOOLADI, M.; FARHADI, M.; ALE EBRAHIM, N. **A comparison between two main academic literature 150 collections:** Web of Science and Scopus databases. Asian Social Science, v. 9, n. 5, p. 18-26, 2013.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração.** 7º ed. São Paulo. Editora Campus, 2004.

CHRISTOL, J., MAZEAU, M. **Questões epistemológicas sobre a ergonomia – algumas reflexões do ponto de vista de quem a prática.** In: DANIELLOU, F. A ergonomia em busca de seus princípios – debates epistemológicos. São Paulo, editora Edgard Blücher, 2004, p. 217-227.

CIRJALIU B., DRAGHICI A. **Ergonomic Issues in Lean manufacturing.** Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 221, 2016, Pages 105-110, ISSN 1877-0428. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.095>. Acesso em 10 mai 2024.

COLIM, A.; MORGADO, R.; CARNEIRO, P.; COSTA, N.; FARIA, C.; SOUSA, N.; ROCHA, L.A.; AREZES, P. **Lean manufacturing and Ergonomics Integration: Defining Productivity**

and Wellbeing Indicators in a Human–Robot Workstation. *Sustainability* 2021, *13*, 1931. <https://doi.org/10.3390/su13041931>.

COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI, E.; FANTI, M. **Método OCRA para a Análise e a Prevenção do Risco por Movimentos Repetitivos: Manual para a Avaliação e a Gestão do Risco**. Ed. 1. São Paulo: LTR, 2008.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. D. **Roteiro para revisão bibliográfica sistemática**: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. 8o Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto - CBGDP. Anais. p.1-12,. Porto Alegre, 2011.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. da. **Roteiro para revisão bibliográfica sistemática**: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. Trabalho apresentado, n. 8, 2011.

COUTO, H.A. **Ergonomia aplicada ao trabalho: conteúdo básico, guia prático**. Belo Horizonte: Ergo editora, 2007.

CUDNEY, E. **Using standard work in Lean manufacturing**. In: Institute of Industrial Engineers International Conference, 51., 2001, Dallas. Proceedings. Dallas, 2001

DA JUSTA, M. A. O., e BARREIROS, N. R. (2009). **Técnicas de gestão do Sistema Toyota de Produção**. Revista Gestão Industrial, 5(1).

DANIELLOU, F. A **Ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2004.

DE ANDRADE R. J, ANDRADE L. C., CHAVES A. C. **Análise de posto de trabalho com aplicação do MTM como ferramenta para padronização de tempo**. *Exacta*, v. 10, n. 2, p. 167-179, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81024617002>.

DEJOURS, C. (2014). **Trabalho e Autodesenvolvimento**. *Horizontes Críticos*, 15(2), 115-130. doi: 10.1179/1440991714Z.000000000027.

DEJOURS, C. **Trabalho, Tecnologia e Organização. Avaliação do trabalho submetida à prova do real – crítica aos fundamentos da avaliação**. São Paulo, editora Blücher, 2008.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. São Paulo: Bookman, 2008.

DUL, J. e NEUMANN, W.P., 2009. **Ergonomics contributions to company strategies**. Applied ergonomics, vol. 40, pp.745–52, 2003. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18775532>>.

DUL, J.; WEERDMEEESTER, B.. **Ergonomia Prática**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004

ELIAS, S. J.B; MERINO, E. **Aspectos Ergonômicos na Utilização das Técnicas de Produção Enxuta**: Uma contribuição para a Melhoria Global do Sistema Produtivo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 17, 2007, Foz do Iguaçu. **Anais**: ABREPO, 2015. 17p.

FALZON, P.; SAUVAGNAC, C. **Carga de trabalho e estresse**. In: FALZON, P. Ergonomia. São Paulo: Editora Blücher, 2007. p. 141-154.

FALZON, Pierre. **Ergonomia**. São Paulo: Blucher, 2007.

FERNANDES, R.; VIEIRA, T. D. A.; CAVALCANTE, R. **Ergonomia e prevenção de distúrbios osteomusculares**. Revista Brasileira de Medicina do Trabalho, v. 11, n. 1, p. 39-47, 2013.

FERREIRA, C. F. **Diretrizes para a Avaliação dos Impactos da Produção Enxuta sobre as Condições de Trabalho**. 2006. 142 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

FERREIRA, M. C. **O sujeito forja o ambiente, o ambiente “forja” o sujeito: Mediação indivíduo-ambiente em ergonomia da atividade**. In: FERREIRA, M. C., ROSSO, S. D. A regulação social do trabalho. Brasília, Paralelo 15, 2003, p. 21-46.

FREITAS, C. H.; ROSA, Francisco, R. **Qualidade e produtividades nos processos organizacionais: Cenários e análises**. Pouso Alegre MG. Editora Labour. 2014.

FUJIMOTO, T. **The evolution of a manufacturing system at Toyota**. New York: Oxford University Press, 1999

GARCIA, L. D; PECE, C. A. Z.; MAIA, J. M. **Análise cinético-funcional em dentistas: revisão de métodos**. In: Congresso Brasileiro em Engenharia Biomédica, n. 13, 2012, Mogi das Cruzes. Disponível em: <[http://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/SALUD\\_10/Odontologia/49.pdf](http://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/SALUD_10/Odontologia/49.pdf)>.

GEMMA, S.; ABRAHÃO, J. C.; MONTEDO, U. B.; SILVA, J. C. P. **Engenharia do trabalho: saúde, segurança, ergonomia e projeto**. Campinas: Ex Libris, 2021

GEMMA, S. F. B.; TERESO, M. J. A.; ABRAHÃO, R. F. **Ergonomia e Complexidade: o Trabalho do Gestor na Agricultura Orgânica na Região de Campinas-SP.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 318-24, 2010

GETTY, R.L. **Ergonomia e o modelo de satisfação do cliente:** ergonomia na linguagem dos negócios, *Anais da 43ª Reunião Anual da Human Factors and Ergonomics Society*, Santa Monica, EUA, vol. 43, nº 14, p. 815- 819, 1999.

GOUVEIA, N. A. P. B. **Ergonomia Como Factor Integrante das Ferramentas de Implementação Lean Six Sigma.** 2012. 120 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.

GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J.; KERGUELEN, A. **Compreender o Trabalho para Transformá-lo:** a Prática da Ergonomia. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

HAIMS, M., CARAYON, P., 1998. **Theory and practice for implementing participatory ergonomics programs for internal continuous improvement.** *Applied Ergonomics*. 29, 461–472. Disponível em: PII: S0003-6870(98)00012-X (sciencedirectassets.com).

HAINES, H. M. e WILSON, J. R. (1998). **Development of a framework for participatory ergonomics.** Sudbury, Suffolk: Health and Safety Executive.

HALL, SUSAN J. *Biomecânica básica.* Revisão técnica: Eliane Ferreira. – 7. ed. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

HEIMBECHER, C. T.; SENE, T. R. S. **A aplicação da ergonomia física em postos de trabalho em instituição de ensino superior.** *Revista das Faculdades Santa Cruz*, v. 9, n. 2, julho/dezembro 2013. Disponível em: <https://unisantacruz.edu.br/v4/download/revista-academica/17/13-a-aplicacao-da-ergonomia-fisica-em-postos-de-trabalho-em-instituicao-de-ensino-superior.pdf>.

HENDRICK, H. **Aplying ergonomics to systems: some documented lessons learned.** *Applied Ergonomics*, vol.39, pp.418-426, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003687008000422>

HENDRICK, Hal W.; KLEINER, Brian M. **Macroergonomia:** uma introdução aos projetos de sistemas de trabalho. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2006.

HINES, Peter. **Manufatura Enxuta.** São Paulo: IMAM, 2000

HIRATA, Helena & ZARIFIAN, Philippe. **Força e fragilidade do modelo japonês**. São Paulo, IEA-USP, Revista Estudos Avançados, v. 5, n. 12, 1991.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2ª ed. São Paulo: Blücher, 2005.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION (IEA). Disponível em: <<http://www.iea.cc/>>.

JACSO, P. **As we may search—comparison of major features of the Web of Science, Scopus, and Google Scholar citation-based and citation-enhanced databases**. Current Science, v. 89, n. 9, p. 1537-1547, 2005.

JAMIL, M.; GUPTA, M.; SAXENA, A.; AGNIHOTRI, V. **Optimization of Productivity by Work Force Management through Ergonomics and Standardization of Process Activities using M.O.S.T Analysis: A Case Study**. Global Journal of Researches in Engineering: Mechanical and Mechanics Engineering, v. 13, n. 6, 2013. Disponível em: [http://globaljournals.org/GJRE\\_Volume13/5-Optimization-of-Productivity-by-Work-Force.pdf](http://globaljournals.org/GJRE_Volume13/5-Optimization-of-Productivity-by-Work-Force.pdf).

JAZANI, R. K., SAHLABADI, S. A., MOUSAVI, S.S. (2017). **Relationship Between *Lean manufacturing* and Ergonomics**. In: Trzcielinski, S. (eds) Advances in Ergonomics of Manufacturing: Managing the Enterprise of the Future. AHFE 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 606. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60474-9\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60474-9_15). Disponível em: (PDF) Relationship Between *Lean manufacturing* and Ergonomics (researchgate.net).

JUNIOR, J. R. M. **Modelo de gestão da ergonomia integrado às práticas da produção enxuta - Ergopro: o caso de uma empresa de embalagem de papelão ondulado**. 2013. 171f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) —Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

KIM, In-Ju. **The Function of Ergonomics in *Lean manufacturing* Design and Control**. Journal of ergonomics 7 (2017): 1-3.

KISHIDA, M., SILVA, A. H.; GUERRA, E. Benefícios da **Implementação do Trabalho Padronizado na ThyssenKrupp**. 2006. Disponível em: <http://www.lean.org.br>.

KOGI, K. (2006b). Participatory methods effective for ergonomic workplace improvement. Applied Ergonomics, 37(4), 547–554.

- KOUKOULAKI, T. (2014). The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risks: An examination of sociotechnical trends over 20 years. *Applied ergonomics*, 45(2), 198-212. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.07.018>.
- KROEMER, K. H.; GRADJEAN, E. **Manual de Ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2005.
- KUMAR, H. V, SIVAKUMAR A. e BAGATHSINGH N. **Impact of lean implementation from the ergonomics view: A research article**. *Materials Today: Proceedings* (2020).
- LAPERUTA, D. P.; GIARETTA, S., M., TRENTIM, M., G.; SETTI, D; PESSA, S., L., R. **Ferramenta para Avaliação dos aspectos da Ergonomia e Princípios Lean em Pequenas e Médias Empresas**. *Journal of Lean Systems*. v. 03, n.3, p. 24-26, 2018.
- LAVILLE, A. **Ergonomia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1977.
- LÉON, L. R. **Ergonomia y las lumbalgias lombares**. Centro de Investigaciones en Ergonomia, 2001.
- LIDA, I. BUARQUE, L. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2018
- LIKER, Jeffrey K. e MEIER, David. **O Talento Toyota: O modelo Toyota aplicado ao desenvolvimento de pessoas**. Porto Alegre, Ed. Bookman, 2007.
- LIKER, Jeffrey K. e MEIER, David. **The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps**. New York, McGraw-Hill, 2006.
- LIKER, Jeffrey K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre, Bookman, 2005.
- LIMA, A. F.; SOUZA J., A. J. de; ARAKAKI, A.; SOUZA, G. C. B. de.; EBERLE, R.; RODRIGUES, S. B.; CANESTRARO, S., **Proposta de um projeto conceitual para alinhamento de blocos de aço de grandes dimensões em fresadora CNC**. *Revista Percurso: Revista do Centro Universitário Curitiba (UNICURITIBA)*. Curitiba, v. 1, n. 11, p. 92-109, 2011.
- LIMA, F. P. A. (2020). **Ergonomia, ciência do trabalho, ponto de vista do trabalho: a ciência do trabalho numa perspectiva histórica**. *Ação Ergonômica*, 1 (2), 35-45.
- LIMA, J.A.A. **Metodologia de Análise Ergonômica**. João pessoa, 2003. Disponível em <[http://joaoademar.qlix.com.br/monografia\\_ufpb.pdf](http://joaoademar.qlix.com.br/monografia_ufpb.pdf)>.

LIMA, M. P. (2005). **Fatores críticos de sucesso para a implantação e manutenção do trabalho padronizado**. 137f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia Automotiva) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

LOPES, T. L.; FROTA, D. C.; **Aplicação dos conceitos do *lean manufacturing* para melhoria do processo de produção em massa de uma empresa de eletrodomésticos: Um estudo de caso**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 15, 2015, Fortaleza. Anais: ABREPO, 2015. 17p.

MA L., ZHANG, W., FU, H., GUO, Y., CHABLAT, D., BENNIS, F. e FUGIWARA, N. (2010). **A framework for interactive work design based on motion tracking, simulation, and analysis**. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing e Service Industries, 20(4), 339-352.

MAGGI, B. **Do agir organizacional**: um ponto de vista sobre o trabalho, o bem estar, a aprendizagem. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

MARKSBERRY, P; RAMMOHAN, R; VU, D. **A systems study on standardized work**: a Toyota Perspective. International Journal of Productivity and Quality Management, v. 7, n. 3, p-287-302, 2011.

MÁSCULO, F. S.; VIDAL, M. C. **Ergonomia**: trabalho adequado e eficiente. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

MATEUS JUNIOR, J. R. **Diretrizes para uso das ferramentas de avaliação de carga física de trabalho em ergonomia: equação NOISH e Protocolo RULA**. 2009. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. 2009.

MATTOS, R. C. C. **Ação ergonômica em uma empresa de produção de alumínio e alumina: a coexistência de abordagens ergonômicas**. 2001. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal da Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

MAYNARD, H. B. **Manual de Engenharia de Produção: Seção 5 - Padrões de Tempos elementares Pré-determinados**. Editora Edgard Blücher. São Paulo, 1970. Cap. 2, Sistema MTM (Methods-Time Measurement).

MAYNARD, H. B. **Maynard's Industrial Engineering Handbook**. McGraw-Hill Professional; 5ª edição, 2001.

- MARIZ, R. N., e PICCHI, F. A. (2013). **Método para aplicação do trabalho padronizado.** *Ambiente Construído*, 13 (3): 7-27.
- MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.
- MOHER D, T. A. **Systematic reviews: when is an update an update?** *Lancet*. 2006 Mar; 367(9514):881-3.
- MONDELO, P. R.; GREGORI, E.; BARRAU, P. **Ergonomia 1: Fundamentos.** Ed. 3. Barcelona: Mutua Universal, 1994.
- MONDEN, Y. (2015). **Sistema Toyota de Produção: Uma abordagem integrada ao just-in-time.** Porto Alegre: Bookman.
- MONTMOLLIN, M., e DARSESES, F. (2011). **A ergonomia** (2 ed.). Lisboa: Instituto Piaget
- MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia: Conceitos e Aplicações.** 2. ed. Rio de Janeiro: 2AB, 2003.
- MOTA, N. S. **Trabalho Padronizado: Aplicação como ferramenta de melhorias na produção enxuta.** 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Instituição União Metropolitana de Educação e Cultura- UNIME, Itabuna, 2009.
- MTM. **Apostila do Método MTM:** Associação MTM do Brasil: São Paulo, revisão 2011.
- NAZARENO, R. R.; RENTES, A. F.; MENEGON, D., **Relacionamento entre desperdícios e técnicas a serem adotadas em um Sistema de Produção Enxuta.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 03, 2003, Ouro Preto. **Anais: ABREPO**, 2001. 08p.
- NEVES, M. Y. R., ALVAREZ D., ROOSLI-SILVA A. C. B, MORAES T. D.; MASSON L. P. e NEPOMUCENO V. **“Ação-formação: uma leitura das contribuições da Ergonomia da Atividade.”** *Fractal: Revista de Psicologia* (2018): n. pag.
- NISHIDA, Lando T. **Reduzindo o “lead time” no desenvolvimento de produtos através da padronização.** 2006. Disponível em <<http://www.lean.org.br>>.
- NORO, K. (1999). **Participatory Ergonomics.** In Karwowski and Marras (Ed.), *Occupational Ergonomics: Design and Management of Work Systems.* CRC Press.
- NORO, K. **The rationale and tools of participatory ergonomics.** In: Noro, K.; Imada, A. S. (Org), *Participatory Ergonomics* (1 ed, pp. 3-29). London. CRC Press. 1991

- NUNES, I. L.; NACHADO, V. C. (2007). **Merging Ergonomic Principles Into Lean manufacturing**. Industrial Engineering Research Conference, Nashville, Tennessee. 836-841
- OHNO, T. O sistema Toyota de produção: **Além da produção em larga escala**. Ed. 1. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OHNO, T. **Workplace management**. Gemba Press, 2009.
- OLSON, M. e VILLEIUS, E., 2011. **Increased usage of standardized work instructions - Development of recommendations for Autoliv Sweden AB**. Department of Product and Production Development, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.
- PANIGRAHI, S.; AL GHAFRI, K. K.; AL ALYANI, W. R.; KHAN, M. W. A.; AL MADHAGY, T.; KHAN, A.. **Lean manufacturing practices for operational and business performance: a PLS-SEM modeling analysis**. International Journal of Engineering Business Management, v. 15, p. 1–16, 2023. DOI: 10.1177/18479790221147864. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/18479790221147864>>.
- PERALTA, C. B. L.; LERMEN, F. H.; ECHEVESTE, M. E. S.; MELLO, P. L.; BASSO, C. R. **Lean manufacturing and ergonomics: a systematic literature review**. Journal of Lean Systems, v. 2, n. 3, p. 22-36, 2017. Disponível em: <http://leansystem.ufsc.br/>.
- PEREIRA, C. A. S. **Lean manufacturing: Aplicação do conceito a células de trabalho**. 2010. 96 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial - Faculdade de Engenharia, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2010.
- PONTES, S.K. **Produção Enxuta e Saúde do Trabalhador: Um Estudo de Caso**. 136f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos, 2007.
- PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C.. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª Edição. Editora Feevale, 2013.
- QUIVY R., CAMPENHOUDT L. V. Manual de Investigação em Ciências Sociais. Lisboa: Gradiva. 1995.
- RANNEY, D. **Distúrbios osteomusculares crônicos relacionados ao trabalho**. São Paulo: Roca, 2000.
- REALYVÁSQUEZ A. V. ARREDONDO K.C.S, BLANCO J.F., SANDOVAL J. D. Q, EMILIO JIMÉNEZ E.M. e ALCARÁZ J. L. G. **Work Standardization and Anthropometric**

Workstation Design as an Integrated Approach to Sustainable Workplaces in the Manufacturing Industry. Sustainability (2020).

SAKTHI N. T., JEYAPPAUL R., VIMAL K., e MATHIYAZHAGAN, K. (2019). **Integration of human factors and ergonomics into lean implementation: ergonomic-value stream map approach in the textile industry.** Production Planning & Control, 30(15), 1265-1282. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1612109>>.

SAKTHI N. T.; JEYAPPAUL, R.; VIMAL, K.E.K.; MATHIYAZHAGAN, K. **Integration of Human Factors and Ergonomics into Lean Implementation: Ergonomic-Value Stream Map Approach in the Textile Industry.** Prod. Plan. Control 2019, 30, 1265–1282.

SANCHES, C.E. S.; NORTIA, D.C.S.; NETO; M.F. e SOUSA; L.G.M., **5S – Um Programa Passageiro Ou Permanente?** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 01, 2001, Salvador. Anais: ABREPO, 2001. 08p.

SANTOS, D. M. C.; SANTOS, B. K.; SANTOS, C. G. **Implementation of a standard work routine using *Lean manufacturing* tools: a case study.** Gestão & Produção, v. 28, n. 1, e4823, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-530X4823-20>.

SANTOS, N. L.; RODRIGUES, W. B. S.; CABETE, N. P. F. **Uma abordagem ergonômica no pronto atendimento ao estudante da EST-UEA.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 03, 2017, Ouro Preto. Anais: ABREPO, 2003. 08p

SANTOS, Z. G. dos; VIEIRA, L.; BALBINOTTI, G. **Manufatura enxuta e condições ergonômicas de trabalho na indústria automotiva.** Procedia Manufacturing, v. 3, p. 5947-5954, 2015.

SAURIN, T. A., e FERREIRA, C. F. (2021). **Balancing lean production and workers' wellbeing: the role of job design.** Journal of Manufacturing Technology Management, 32(4), 780-796.

SEPPALA, P. e KLEMOLA, S. (2004) **Como os funcionários percebem sua organização e seu trabalho quando as empresas adotam princípios de produção enxuta?** Fatores humanos em ergonomia e manufatura, 14, pp157-180.

SHIMOKAWA, K. e FUJIMOTO, T. **O Nascimento do Lean: Conversa com Taiichi Ohno, Eiji Toyoda e outras pessoas que deram forma ao modelo Toyota de gestão.** São Paulo: Bookman, 2011.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Ed. 2. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Sistemas de Produção com estoque zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, E. C. **A regulação da atividade de trabalho na produção enxuta**. 2011. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011

SILVA, E. C.; BENTO, P. E. G. **Organização do trabalho, produção enxuta e ergonomia no Brasil**. In: XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 29, 2009, Bahia. Anais: ABREPO, 2009. 12p.

SILVA, E. L. e MENEZES, E. M.. **Metodologia da Pesquisa e elaboração da dissertação**. 4 ed. Revisada e atualizada. Florianópolis: UFSC, 2005

SILVA, M. P. da; TORTORELLA, G.L. e AMARAL, F. G. **Psychophysical Demands and Perceived Workload—An Ergonomics Standpoint for Lean Production in Assembly Cells**. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, v. 26, n. 6, p. 643-654, 2016.

SILVEIRA, L. B.R.; SALUSTINO E. O. **A importância da ergonomia nos estudos de tempos e movimentos**. The importance of ergonomics in studies of times and movements. Revista P&D em Engenharia de Produção, Itajubá, v. 10, n. 1, p. 71-80, 2012. Disponível em < [https://web.archive.org/web/20180421130946id\\_/http://www.revista-ped.unifei.edu.br/documentos/V10N01/07-1611-V10-N1-2012.pdf](https://web.archive.org/web/20180421130946id_/http://www.revista-ped.unifei.edu.br/documentos/V10N01/07-1611-V10-N1-2012.pdf)>

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 200

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SMITH, R. T. (2003). **Growing an ergonomics culture in manufacturing**. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 217, 1027–1030.

SOUZA, S. A; MEIJA, D. P., **Sistema Toyota de Produção (STP) e a Ergonomia no Aspecto de Adequação da Tecnologia às Pessoas e aos Processos Enxutos**. Disponível em < [https://portalbiocursos.com.br/ohs/data/docs/21/49\\_-Sist.\\_Toyota](https://portalbiocursos.com.br/ohs/data/docs/21/49_-Sist._Toyota)

\_de\_Prod.\_STP\_e\_a\_Ergo\_no\_Aspecto\_de\_AdequaYYo\_da\_Tecn.\_Ys\_Pessoas\_e\_aos\_Proc.\_Enxutos.pdf>.

SPEAR, S; BOWEN, H. K. **Decoding the DNA of the Toyota Production System**. Harvard Business Review, Boston, v 77, n. 8, p. 96-106, 1999.

STUART-BUTTLE, C. (1999). **How to set up Ergonomic Processes: A Small-Industry Perspective**. In Karwowski and Marras (Ed.), Occupational Ergonomics: Design and Management of Work Systems. CRC Press.

TEIXEIRA, C. L. **Estudo ergonômico do trabalho dos músicos de uma orquestra sinfônica**. Mestrado – Saúde Coletiva, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/313116/1/Teixeira\\_ClarianaLia\\_M.p df](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/313116/1/Teixeira_ClarianaLia_M.p df)>.

TEIXEIRA, C. S. **Fatores associados às queixas musculoesqueléticas no contexto das condições de saúde e trabalho de instrumentistas de corda, considerando a ergonomia organizacional, cognitiva e física**. 2011. 279f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

TORALLA, P.; FALZON, P.; MORAIS, A. **Participatory design in lean production: which contribution from employees? for what end?** *Work*, v. 41, n. Supplement 1, p. 2706-2712, 2012.

TRANFIELD, D.; SMART, P. **Towards a methodology for developing evidence in formed management knowledge by means of systematic review**. *British Journal of Management*, v. 14, n. 3, p. 207, 2003.

VERGARA, L. G. L.; BORBA, M.; KOBAYASHI, A. T.; HOLLER, W. R. **MTM e Ergonomia na Análise de um Operador de Soldagem de Placas Eletrônicas de uma empresa de Comunicação Digital de Florianópolis**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 12, 2012, Bento Gonçalves. **Anais: ABREPO**, 2012. 14p.

VIDAL M.C.R, (1997) - **Ação Ergonômica na Empresa**- Apostila de mini-cursos do GENTE/COPPE.

VIEIRA, L., BALBINOTTI, G., VARASQUIN, A., e GONTIJO, L. (2012). **Ergonomics and Kaizen as strategies for competitiveness: A theoretical and practical in an automotive industry**. *Work*, 41, 1756–1762.

- VINK, P., KONINGSVELD, E. A. P., e MOLENBROEK, J. F. (2006). **Positive outcomes of participatory ergonomics in terms of greater comfort and higher productivity**. *Applied Ergonomics*, 37(4), 537–546.
- WALDER, J.; KARLIN, J.; KERK, C. 2007. **Integrated Lean Thinking & Ergonomics: Utilizing Material Handling Assist Device Solutions for a Productive Workplace**. Material Handling Industry of America. Disponível em: <[http://www.mhi.org/downloads/industrygroups/lmps/whitepapers/Integrating\\_Lean\\_Thinking.pdf](http://www.mhi.org/downloads/industrygroups/lmps/whitepapers/Integrating_Lean_Thinking.pdf)>.
- GARETH R.T. WHITE S. C. 2016. **Knowledge acquisition through process mapping**. *International Journal of Productivity and Performance Management*. Vol. 65 Iss 3 pp. 302 – 323. Permanent link to this document: <http://dx.doi.org/10.1108/IJPPM-01-2014-0007>.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 2004.
- YAMANAKA, S. **Limit of Ergonomics in Lean manufacturing Design and Control**. *Journal of ergonomics* (2021): 1-1.
- Yin, RK (2003). **Case Study Research Applications**. Sage Publications, Inc. Califórnia SA.
- YUSUFF, Prof. Dr. Rosnah Mohd. “**As a Lean manufacturing Tool for Improvements in a Manufacturing Company**.” (2016).
- ZAMBONI J. e BARROS M. E. **Micropolítica da atividade**. *Barbarói (UNISC. Online)*, 2012; 36: 113–137.
- ZANELLI, J. C.; ANDRADE, J. E. B.; BATOS, A. V. B. **Psicologia, organizações e trabalho no Brasil**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

**APÊNDICE- EBOOK: INTERVENÇÃO ERGONÔMICA PARA IMPLEMENTAÇÃO  
DO TRABALHO PADRONIZADO**

DANIELA BALSADI  
DANIEL BRAATZ

Manual para

# INTERVENÇÃO ERGONÔMICA PARA IMPLEMENTAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO



Este manual apresenta uma metodologia de intervenção ergonômica voltada para a implementação do trabalho padronizado em indústrias de manufatura.

A proposta é alinhar os princípios ergonômicos às práticas da produção enxuta, garantindo maior conforto, segurança e eficiência para os trabalhadores, ao mesmo tempo em que proporciona um ambiente produtivo e sustentável.

A abordagem descrita nesse Ebook visa estabelecer métodos de trabalho adequados e seguros, através da participação dos trabalhadores e do estudo de tempos e métodos.

A metodologia foi desenvolvida a partir da dissertação de mestrado de Daniela Balsadi sob orientação do Prof. Daniel Braatz e apresentada ao Programa de Pós-graduação Profissional em Engenharia de Produção, da Universidade Federal de São Carlos (PPGPEP-UFSCar).

Contato para maiores informações:  
danibalsadi@gmail.com

# SUMÁRIO



Sobre o manual	04
Metódos de intervenções sobre o trbalho padroizado	05
Situações aplicáveis	06
Ergonomia	07
Ergonomia: Domínios	08
Ergonomia da atividade	09
Trabalho prescrito e trabalho real	10
Tarefa e atividade	13
Variabilidades do trabalho	14
Ergonomia participativa	16
Estudo de tempos e movimentos	19
Produção enxuta (Lean manufacturing)	22
Trabalho padronizado	23
Vantagens do trabalho padronizado	24
Ergonomia e Lean	25
Etapas da intervenção ergonômica	28
Dicas e recomendações	39
Referências	41
Sobre os Autores	46

## SOBRE O MANUAL

---

Cada empresa possui seu modelo de organizar o trabalho e atender às demandas de mercado, buscando continuamente aprimorar seus processos produtivos e reduzir custos. Nesse contexto, a padronização das atividades torna-se essencial para assegurar a consistência na execução das tarefas e permitir a identificação de oportunidades de melhorias, tanto nos processos operacionais quanto nos aspectos ergonômicos.

A padronização possibilita um controle mais eficiente das variáveis do trabalho, facilitando a detecção de desvios, aumentando a produtividade e promovendo um ambiente mais seguro e saudável para os trabalhadores. Assim, estabelecer procedimentos padronizados é um passo fundamental para garantir a qualidade, a sustentabilidade e a competitividade das operações, contribuindo para a saúde e segurança no ambiente de trabalho.

Neste contexto, reconhecendo que a implementação do trabalho padronizado pode acarretar riscos à saúde ocupacional, foi elaborado este manual com o intuito de auxiliar os engenheiros na análise e intervenção no ambiente de trabalho.

O objetivo é implementar o trabalho padronizado de maneira segura, saudável e eficiente, incorporando abordagens ergonômicas que promovam o conforto e a saúde dos trabalhadores.



## MÉTODOS DE INTERVENÇÕES SOBRE O TRABALHO PADRONIZADO

---

O trabalho padronizado, como ferramenta do Lean Manufacturing, organiza o conhecimento operacional, evidencia perdas e sustenta a melhoria contínua ao estabelecer métodos claros e replicáveis, constituindo a base para a estabilidade e melhoria dos processos produtivos (Liker; David Meier, 2007).

Para que essa prática gere resultados consistentes, sua implementação deve estar integrada à ergonomia, assegurando que os métodos de trabalho sejam seguros, eficientes e saudáveis, com participação ativa dos trabalhadores (Guérin et al., 2001).

Este material fundamenta-se em métodos consolidados de ergonomia aplicada aos sistemas produtivos, incluindo a ergonomia da atividade (Guérin et al., 2001), o estudo de tempos e movimentos por meio do método MTM (MTM Association, 2011), a análise biomecânica com o checklist de Sue Rodgers (Teixeira, 2014) e a ergonomia participativa (Hendrick, 2008).

A integração dessas abordagens fortalece o trabalho padronizado como um pilar estratégico para o aumento da produtividade, a redução de riscos ergonômicos e a sustentabilidade dos resultados organizacionais.



# SITUAÇÕES APLICÁVEIS

---

## Escopo e Objetivo

- Desenvolvido para intervenções ergonômicas na implementação do trabalho padronizado em indústrias de manufatura.
- Aplicável e adaptável a diversos setores: saúde, construção civil, logística e transporte, alimentação, tecnologia da informação, educação e telecomunicações.
- Contribui para a melhoria da eficiência operacional, integrada à saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores.

## Limites de Aplicação

- Não substitui os pilares do trabalho padronizado: takt time, sequência das operações e estoque padrão.
- Não substitui a análise da carga de trabalho.
- Não substitui normas internas, procedimentos corporativos ou requisitos legais de saúde e segurança.

## Finalidade do Manual

- Integrar os conceitos e princípios de Ergonomia na implementação do Trabalho Padronizado .
- Apoiar a implementação saudável, segura e eficaz do trabalho padronizado.
- Integrar desempenho produtivo e sustentabilidade humana do trabalho.



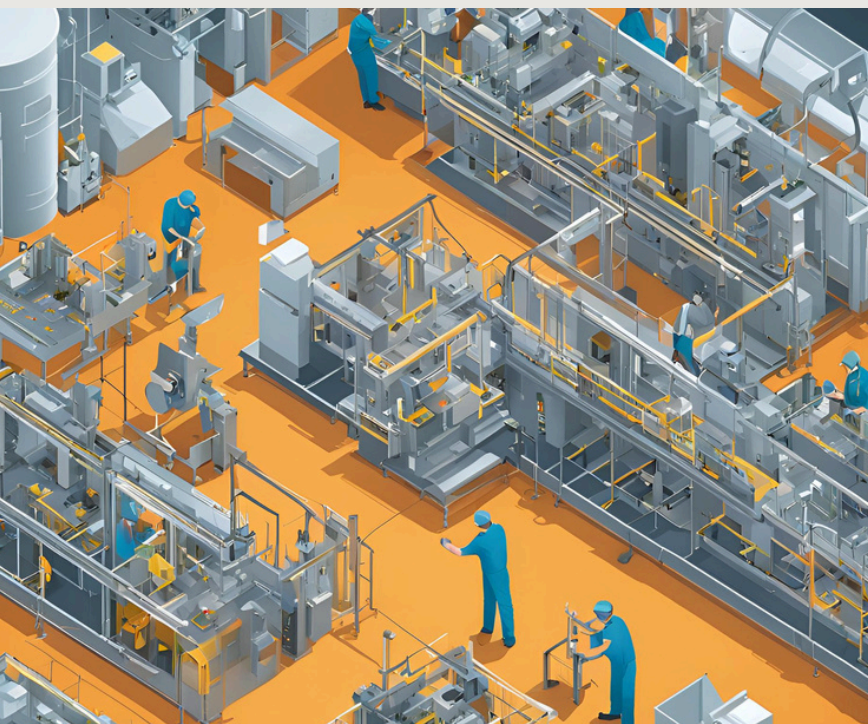
# ERGONOMIA

## DEFINIÇÕES

---

A ergonomia como disciplina científica preocupada com o homem em atividade de trabalho busca em seu desenvolvimento acadêmico e profissional compreendê-lo e em caso de oportunidades, busca meios para transformá-lo (DANIELLOU, 2004)

A ergonomia é a disciplina científica e profissional que estuda as interações entre seres humanos e sistemas de trabalho, aplicando conhecimentos e métodos para otimizar o bem-estar humano e o desempenho global dos sistemas. (IEA, 2010).



## DOMÍNIOS

---

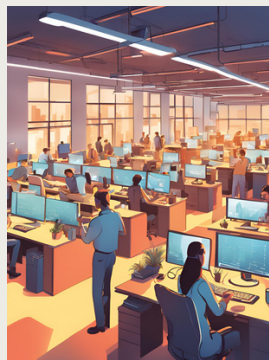
### ERGONOMIA FÍSICA

A ergonomia física estuda a relação entre as características do corpo humano (anatomia, antropometria, fisiologia e biomecânica) e a atividade de trabalho, visando a prevenção de distúrbios musculoesqueléticos. (IEA, 2020).



### ERGONOMIA ORGANIZACIONAL

A ergonomia organizacional foca na otimização dos sistemas sociotécnicos, integrando estrutura organizacional, normas, processos e políticas. Abrange temas como organização do trabalho, turnos, conteúdo das tarefas, motivação e trabalho em equipe.



### ERGONOMIA COGNITIVA

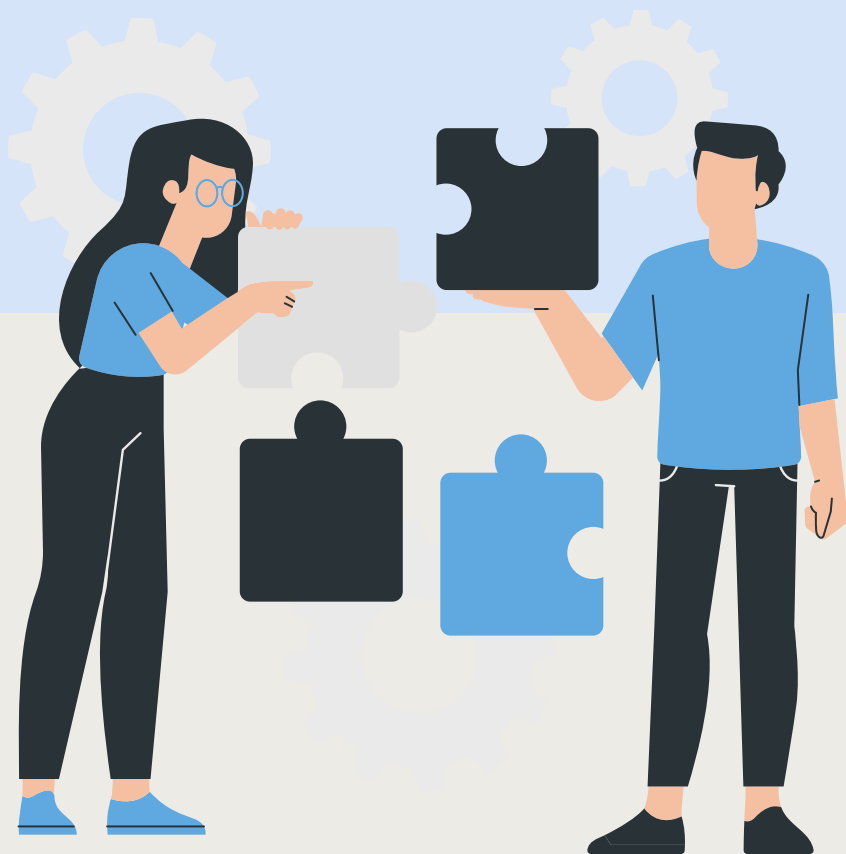
A ergonomia cognitiva refere-se aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora, e seus efeitos nas interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema.



## ERGONOMIA DA ATIVIDADE

---

A ergonomia da atividade foca na análise do trabalho real, compreendendo como as atividades são efetivamente realizadas pelos trabalhadores, considerando a centralidade do trabalho, a subjetividade e a organização como elementos-chave para a sustentabilidade corporativa (Brunoro et al., 2017).



***Segundo Guérin (2001), a tarefa não é o trabalho, mas o que é prescrito pela organização. A atividade é o que o operador realmente mobiliza para realizar a tarefa.***

## **TRABALHO PRESCRITO (TAREFA)**



A tarefa está ligada à forma como a organização impõe sua gestão ao trabalhador para atingir seus objetivos, sendo por isso o conjunto de prescrições, regras, normas, modos operatórios e dispositivos fixados na p

## **TRABALHO REAL (ATIVIDADE)**

Segundo Guérin et al. (2001), a atividade é o elemento central na organização para a estruturação dos componentes da situação de trabalho, responde aos constrangimentos externos e é capaz de transformá-los



# TAREFA E ATIVIDADE

Figura 1: Representação gráfica da situação de trabalho



Fonte: Adaptado de Guérin et al. (2001, p. 27).

## VARIABILIDADE DO TRABALHO

---

A noção de variabilidade em ergonomia está relacionada à distância entre o previsto e o realizado (ABRAHÃO, 2000).

Ainda por Abrahão (2009) o do conceito de tarefa está associada à certeza da variabilidade existente nos sistemas de produção. O conceito de variabilidade se encontra na distância entre trabalho prescrito e real (BRITO, 2018).

### Variabilidade da produção

#### Variabilidade normal

- Variações sazonais no volume de produção;
- Variações periódicas decorrentes da natureza da produção;
- Diversidade dos modelos de produção;
- Variações das Matérias- Primas.

#### Variabilidade Incidental

- Variações instantâneas da demanda em natureza e volume;
- Incidentes que ocorrem em um dispositivo técnico;
- Variações imprevisíveis do material sobre o qual se trabalha;
- Variações do ambiente.

## ERGONOMIA PARTICIPATIVA

---



O envolvimento dos trabalhadores tende a aumentar sensivelmente as chances de sucesso na implementação dos métodos de produção. (Hendrick 2008).

Segundo Brown (2005) Os trabalhadores são os principais especialistas de suas atividades, pois detêm o conhecimento prático, as habilidades e a experiência necessárias para identificar problemas reais do trabalho, permitindo analisar riscos, desenvolver soluções eficazes, reduzir lesões e aumentar a produtividade. Além disso, garante maior aceitação e sustentabilidade das mudanças implementadas.

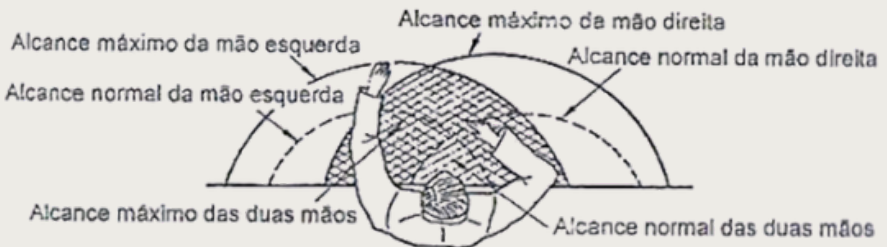
## ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

O estudo do método, ou movimentos, determina as atividades que devem ser incluídos nos trabalhos, já a medida do trabalho ou estudo de tempos, como o próprio nome diz, preocupa-se com a medição do tempo que deve levar a execução dos trabalhos (SLACK et al., 2009).

Para Shingo (1996) existem normas para manuseio de ferramentas e componentes:

- Ferramentas e componentes manuseados com frequência com a mão direita devem ser colocados dentro do alcance normal de trabalho, e os manuseados ocasionalmente devem ser colocados dentro do alcance máximo, conforme figura 3.
- É mais fácil mover as mãos de dentro para fora do que de fora para dentro;
- É mais fácil empurrar do que puxar.

Figura 3: Regiões de alcance das mãos.



Alcance normal das mãos



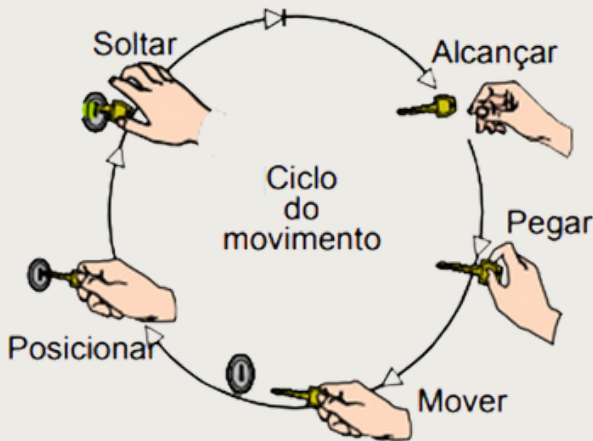
Fonte: Shingo (1996).

## ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

---

O MTM é um método estruturado para descrever, planejar e configurar sistemas de trabalho, utilizando tempos pré-determinados, fornecendo tempos tabelados para movimentos humanos, permitindo estimar a duração das tarefas, definir métodos e tempos padrão necessários para que um operador qualificado execute uma atividade Ma et al. (2010). A figura 4 demonstra os cinco movimentos básicos do MTM:

**Figura 4:** Cinco movimentos básicos do MTM



Fonte: MTM (2011)

Para Ohno (1997), o Lean manufacturing também conhecido por Sistema Toyota de Produção foi criado no Japão após a Segunda Guerra Mundial onde, na década de 60, o mercado exigia maior flexibilidade e juntamente com o crescimento dos concorrentes conduzia a um novo sistema de produção sendo, portanto, desenvolvido pelo engenheiro Taiichi Ohno e sua equipe.



Segundo Berkenbrock et al. (2009), o Lean manufacturing ou produção enxuta é uma filosofia de gestão de processos produtivos utilizada com sucesso nas empresas ocidentais, cujo objetivo fundamental é promover a melhoria contínua de modo a eliminar sistematicamente os desperdícios.



Para a eliminação de perdas provocadas por tempos de ciclo inadequados a produção enxuta se utiliza de algumas técnicas e ferramentas como o Heijunka, o Trabalho Padronizado (BERKENBROCK et al., 2009).

Os desperdícios devem ser eliminados através daquilo que é considerado como os sete desperdícios (conforme figura 5), e já se fala em um oitavo desperdício que é o desperdício de não utilizar a habilidade e a criatividade do trabalhador (Silva 2011).

**Tabela 3-** Tipos de desperdícios

<b>Perda</b>	<b>Descrição</b>
<b>Superprodução</b>	<b>Fazer antes ou mais produtos que o necessário</b>
<b>Espera</b>	<b>Pode ocorrer durante a espera de um lote quando o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado</b>
<b>Transporte</b>	<b>Movimento desnecessário de materiais ou produtos; mudanças nas suas posições</b>
<b>Super Processamento</b>	<b>Atividades desnecessárias durante o processamento para atribuir características de qualidade que não são exigidas pelo cliente</b>
<b>Estoque</b>	<b>Existência de níveis excessivos de materiais no almoxarifado, de produtos acabados e componentes entre processos</b>
<b>Movimento</b>	<b>Realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução de suas atividades</b>
<b>Retrabalho</b>	<b>Correção de algum produto defeituoso da produção</b>

Fonte: Shingo, 1996

## TRABALHO PADRONIZADO



O Trabalho Padronizado (TP) é um processo de integração que inclui a instrução de trabalho para ensinar as pessoas como executar a tarefa da melhor forma para atingir os objetivos almejados pela empresa, sendo o ponto de partida para a melhoria contínua (Liker e Meier, 2007).

Para Kishida et al. (2006) o TP é uma ferramenta do Lean manufacturing focada no movimento e no trabalho do operador, sendo a base para o Sistema de Toyota de Produção (STP).

Liker e Meier (2007) afirmam que a padronização, na verdade, é o ponto de partida para a melhoria contínua, e de acordo com Nishida (2006), esta é utilizada na manufatura para manter a estabilidade nos processos, de forma a garantir que as atividades sejam executadas sempre numa determinada sequência e da mesma forma, com o mesmo tempo e com o menor nível de desperdício, com qualidade e produtividade em níveis elevados.

## VANTAGENS DO TRABALHO PADRONIZADO

---

- ✔ Estabilidade dos processos : diretamente relacionado com a consistente disponibilidade dos 4 Ms (Material, Máquina, Método, Mão-de-obra),
- ✔ Conhecimento do processo: identificação dos tempos das atividades e pontos de paradas
- ✔ Aprendizagem organizacional: as experiências são compartilhadas, se um funcionário sai o conhecimento não fica perdido
- ✔ Envolvimento das pessoas: fornece a base para as melhorias kaizen, integrando a equipe, motivando os trabalhadores
- ✔ Treinamento: fornece uma base, fornecendo-lhes planilhas, gráficos e aplicando na prática e no dia a dia o formato do trabalho padronizado.
- ✔ Melhora da autonomia no trabalho

A integração da ergonomia com o trabalho padronizado pode otimizar ainda mais a produtividade, minimizando a fadiga do trabalhador e melhorando as condições do local de trabalho (JAMIL et al., 2013)



# ERGONOMIA E LEAN MANUFACTURING

---



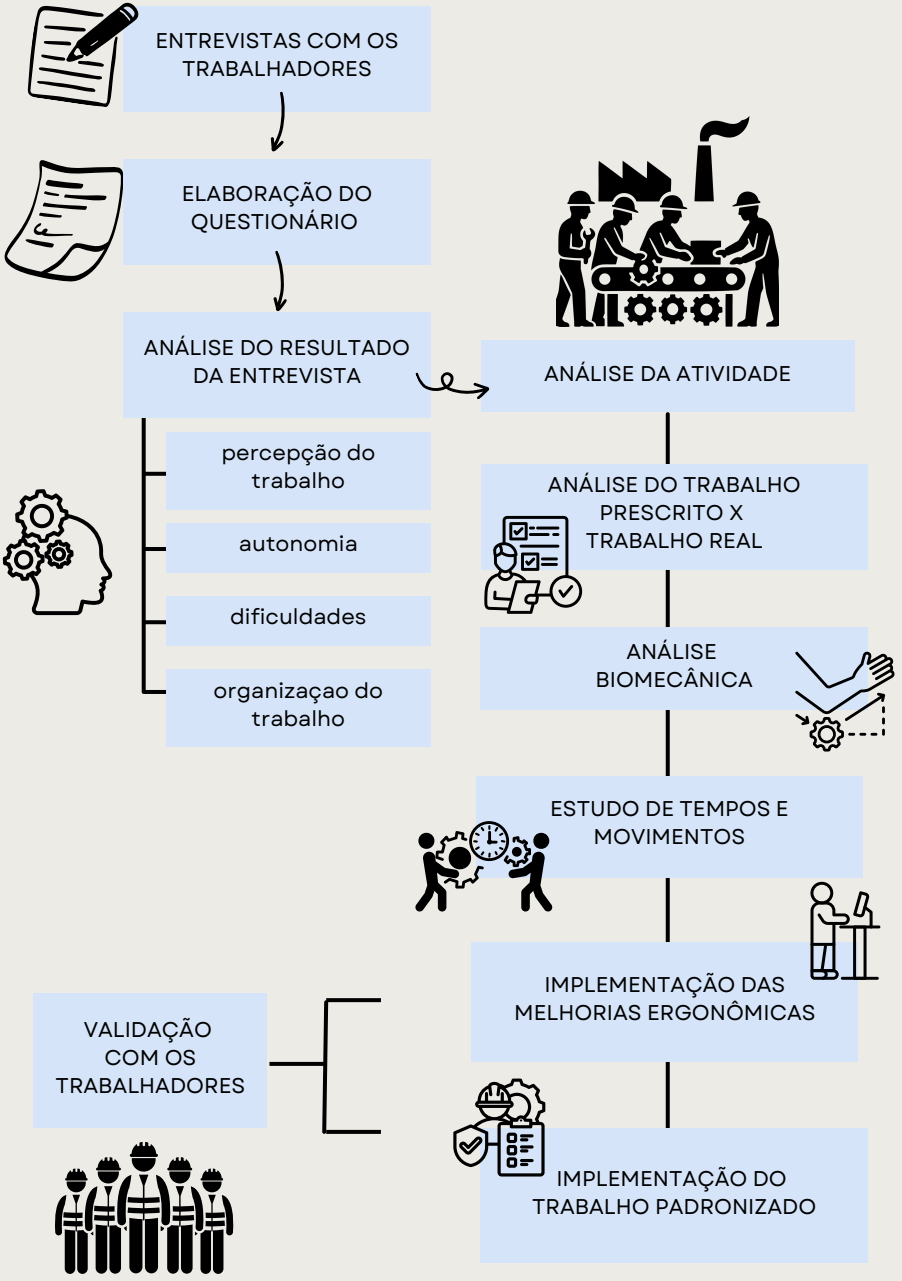
A otimização dos processos e o aumento da produtividade são preocupações constantes na indústria. Em paralelo a isso, é crescente a preocupação das empresas com os efeitos do trabalho na saúde, satisfação e segurança dos operadores.

A Ergonomia busca a compreensão desses fatores através da utilização de ferramentas adequadas para identificar problemas em situações de trabalhos e implementar melhorias (VERGARA et al., 2012).

Enquanto a produção enxuta visa reduzir desperdícios do processo em busca de qualidade e produtividade, a ergonomia preocupa-se com a saúde do trabalhador e o desempenho global do sistema (Elias e Merino, 2007).



# ETAPAS DA INTERVENÇÃO ERGONÔMICA



**A participação dos trabalhadores é fundamental para esclarecer como as mudanças afetarão o trabalho, detalhar a implementação, discutir os resultados esperados, realizar ajustes necessários e avaliar os resultados alcançados.**





**As propostas apresentadas são  
praticáveis?**

**Há obstáculos ou desafios que devem ser  
considerados?**

**Que passos são necessários para  
implementação das propostas?**

**Quais recursos são indispensáveis para a  
implementação?**

**É factível implementar essas soluções?**



*A integração da ergonomia e dos fatores humanos na implementação do trabalho padronizado é fundamental para garantir não apenas a eficiência dos processos, mas também a saúde e o bem-estar dos colaboradores, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro e produtivo.*

## AValiação DO TRABALHO

Avalie o trabalho antes de implementar os padrões, identificando fatores que podem provocar desconforto ou lesões, como posturas inadequadas e repetitividade. Adapte os procedimentos padronizados para mitigar esses riscos, contribuindo para um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

## PARTICIPAÇÃO DOS TRABALHADORES

Promova a participação ativa dos trabalhadores na identificação e desenvolvimento dos padrões de trabalho. Realizar workshops e discussões pode ajudar a entender as necessidades e desafios enfrentados no dia a dia, assegurando que os métodos adotados sejam práticos e ergonomicamente adequados.



## VALIDAÇÃO DAS PROPOSTAS

**Sessões Colaborativas :** Organize workshops ou reuniões com os trabalhadores para discutir e validar as propostas de melhorias ergonômicas, permitindo que os trabalhadores compartilhem suas experiências e sugestões.

**Colete Feedback Regular :** Após a implementação de melhorias estabeleça um processo contínuo de coleta de feedback dos trabalhadores, para identificar a eficácia das mudanças, e também demonstrar que as opiniões são valorizadas.

## MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO CONTÍNUA

Implemente um sistema de monitoramento para avaliar a eficácia dos métodos de trabalho e seu alinhamento com as diretrizes ergonômicas. Realize auditorias regulares e colete feedback dos trabalhadores para identificar áreas de melhoria. Defina **Indicadores de Desempenho :** estabeleça indicadores claros e mensuráveis que permitam avaliar a eficácia dos métodos de trabalho e suas práticas ergonômicas

## REFERÊNCIAS

---

- ABRAHÃO, Julia Issy. Reestruturação Produtiva e Variabilidade do Trabalho: Uma Abordagem da Ergonomia. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*. Jun-Abr 2000, Vol. 16 n. 1, pp. 049-054.
- ABRAHÃO, Júlia et al. *Introdução à Ergonomia: da teoria à prática*. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2009.
- BERKENBROCK, T.; RENÓ, G. W. S. R.; MARTINS, A. A.; SEVEGNANI, G.; FISCHER, D. A. Estudo do Trabalho Padrão em Linhas de Montagem de Refrigeradores. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 19, 2009, Salvador. Anais: ABREPO, 2009. 14p.
- BRITO M. F., RAMOS A. L. F. A., CARNEIRO P., GONÇALVES, M. A., FERREIRA, J. A. d. V., e FRADE, A. B. T. Improving the Production Performance and Ergonomic Aspects Using Lean and Agile Concepts. *The Open Cybernetics e Systemics Journal*. 2018, 12, 122-135. <https://doi.org/10.2174/1874110X01812010122>.
- BROWN, O. (2005). Participatory Ergonomics. In N. Stanton, A. N. Hedge, K. Brookhuis, E. Salas, e H. Hendrick (Eds.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics, Methods*. Boca Raton: CRC Press.
- BRUNORO, C. M., BOLIS I. e Szelwar L. I. Contribuições da ergonomia da atividade e da psicodinâmica do trabalho para um trabalhar em uma perspectiva de sustentabilidade. *Revista Ação Ergonômica* (2017): n. pag.
- DANIELLOU, F. *A Ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos*. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2004.

## REFERÊNCIAS

---

- ELIAS, S. J.B; MERINO, E. Aspectos Ergonômicos na Utilização das Técnicas de Produção Enxuta: Uma contribuição para a Melhoria Global do Sistema Produtivo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 17, 2007, Foz do Iguaçu. Anais: ABREPO, 2015. 17p.
- GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J.; KERGUELEN, A. COMPREENDER O TRABALHO PARA TRANSFORMÁ-LO: A PRÁTICA DA ERGONOMIA. SÃO PAULO: EDGARD BLÜCHER, 2001.
- HENDRICK, HAL W.; KLEINER, BRIAN M. MACROERGONOMIA: UMA INTRODUÇÃO AOS PROJETOS DE SISTEMAS DE TRABALHO. RIO DE JANEIRO: VIRTUAL CIENTÍFICA, 2006.
- INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION (IEA). Disponível em: <<http://www.iea.cc/>>.
- JAMIL, M.; GUPTA, M.; SAXENA, A.; AGNIHOTRI, V. Optimization of Productivity by Work Force Management through Ergonomics and Standardization of Process Activities using M.O.S.T Analysis: A Case Study. Global Journal of Researches in Engineering: Mechanical and Mechanics Engineering, v. 13, n. 6, 2013. Disponível em: [http://globaljournals.org/GJRE\\_Volume13/5-Optimization-of-Productivity-by-Work-Force.pdf](http://globaljournals.org/GJRE_Volume13/5-Optimization-of-Productivity-by-Work-Force.pdf).
- KISHIDA, M., SILVA, A. H.; GUERRA, E. Benefícios da Implementação do Trabalho Padronizado na ThyssenKrupp. 2006. Disponível em: <http://www.lean.org.br>.
- LIKER, Jeffrey K. e MEIER, David. O Talento Toyota: O modelo Toyota aplicado ao desenvolvimento de pessoas. Porto Alegre, Ed. Bookman, 2007.
- MA L., ZHANG, W., FU, H., GUO, Y., CHABLAT, D., BENNIS, F. e FUGIWARA, N. (2010). A framework for interactive work design based on motion tracking, simulation, and analysis. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing e Service Industries, 20(4), 339-352.

## REFERÊNCIAS

---

- MTM. Apostila do Método MTM: Associação MTM do Brasil: São Paulo, revisão 2011.
- OHNO, T. O sistema Toyota de produção: Além da produção em larga escala. Ed. 1. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- SILVA, E. C. A regulação da atividade de trabalho na produção enxuta. 2011. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011
- SHINGO, S. Sistemas de Produção com estoque zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- TEIXEIRA, C. L. Estudo ergonômico do trabalho dos músicos de uma orquestra sinfônica. Mestrado - Saúde Coletiva, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/313116/1/Teixeira\\_ClarianaLia\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/313116/1/Teixeira_ClarianaLia_M.pdf)>.
- VERGARA, L. G. L.; BORBA, M.; KOBAYASHI, A. T.; HOLLER, W. R. MTM e Ergonomia na Análise de um Operador de Soldagem de Placas Eletrônicas de uma empresa de Comunicação Digital de Florianópolis. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 12, 2012, Bento Gonçalves. Anais: ABREPO, 2012. 14p.

## SOBRE OS AUTORES

---



**Daniela Balsadi**

Fisioterapeuta; Mestranda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos- UFSCar; Ergonomista Certificada ABERGO/IEA, Pós-graduação em Saúde do Trabalhador, Fisioterapia do Trabalho, Engenharia de Produção com ênfase em gestão; MBA em Ergonomia: Processo, Projeto e Produção, MBA em Liderança, Inovação e Gestão 4.0. e MBA Saúde Corporativa. Coordenadora do Comitê Técnico em Gestão de Ergonomia em Saúde Ocupacional da ABERGO (CT GESO- Gestão 2024-2026). Perita Oficial/ Assistência Técnica em Ergonomia desde 2013. Atualmente é Ergonomista Sênior na Volkswagen do Brasil, Tecumseh do Brasil e responsável pela Gestão Corporativa de Ergonomia na Coca Cola FEMSA. É Diretora e responsável técnica da ErgoLean Consultoria e Assessoria em Ergonomia.



**Daniel Braatz**

Graduado em Engenharia de Produção e Materiais (UFSCar), Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção (PPGEP/UFSCar), Professor Associado do Departamento de Engenharia de Produção da UFSCar, Diretor da Agência de Inovação da UFSCar, Bolsista Produtividade do CNPq em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (Nível 2), idealizador da Iniciativa Engenharia do Trabalho, Coordenador do grupo de pesquisa NPro (DEP-UFSCar) e do CDPRO Makerspace para inovação em engenharia e saúde.

## SOBRE OS AUTORES

---



**Daniela Balsadi**

Fisioterapeuta; Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos- UFSCar; Ergonomista Certificada ABERGO/IEA, Pós-graduação em Saúde do Trabalhador, Fisioterapia do Trabalho, Engenharia de Produção com ênfase em gestão; MBA em Ergonomia: Processo, Projeto e Produção, MBA em Liderança, Inovação e Gestão 4.0. e MBA Saúde Corporativa. Coordenadora do Comitê Técnico em Gestão de Ergonomia em Saúde Ocupacional da ABERGO (CT GESO- Gestão 2024-2026). Perita Oficial/ Assistência Técnica em Ergonomia desde 2013. Atualmente é Ergonomista Sênior na Volkswagen do Brasil, Tecumseh do Brasil e responsável pela Gestão Corporativa de Ergonomia na Coca Cola FEMSA. É Diretora e responsável técnica da ErgoLean Consultoria e Assessoria em Ergonomia.



**Daniel Braatz**

Graduado em Engenharia de Produção e Materiais (UFSCar), Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção (PPGEP/UFSCar), Professor Associado do Departamento de Engenharia de Produção da UFSCar, Diretor da Agência de Inovação da UFSCar, Bolsista Produtividade do CNPq em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (Nível 2), idealizador da Iniciativa Engenharia do Trabalho, Coordenador do grupo de pesquisa NPro (DEP-UFSCar) e do CDPRO Makerspace para inovação em engenharia e saúde.