



FACULDADES  
**DOM BOSCO**

RUAN RAMOS ROCHA  
YVES GUILHERME PEREIRA DE LIMA

PROPOSTA PARA GANHO DE MÃO DE OBRA UTILIZANDO AS FERRAMENTAS  
DE LEAN MANUFACTURING

Resende  
2023

**ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL DOM BOSCO  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE RESENDE**

**RUAN RAMOS ROCHA  
YVES GUILHERME PEREIRA DE LIMA**

**PROPOSTA PARA GANHO DE MÃO DE OBRA UTILIZANDO AS FERRAMENTAS  
DE LEAN MANUFACTURING**

Trabalho de Graduação apresentado à  
Associação Educacional Dom Bosco,  
Faculdade de Engenharia de Resende, Curso de  
Engenharia Mecânica , como requisito parcial  
para obtenção do diploma de Bacharel em  
Engenharia Mecânica

Resende

2023

Catálogo na fonte  
Biblioteca Central da Associação Educacional Dom Bosco – Resende-RJ

R672 Rocha, Ruan Ramos  
Proposta para ganho de mão de obra utilizando as ferramentas de *lean manufacturing* / Ruan Ramos Rocha; Yves Guilherme Pereira de Lima - 2023.  
48f.

Orientador: Diego da Silva Carvalho  
Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à finalização do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia de Resende da Associação Educacional Dom Bosco.

1. Engenharia mecânica. 2. Produtividade. 3. Qualidade. 4. Eletrodoméstico. I. Lima, Yves Guilherme Pereira de. II. Carvalho, Diego da Silva. III. Faculdade de Engenharia de Resende. IV. Associação Educacional Dom Bosco. V. Título.

CDU 658.56(043)

**RUAN RAMOS ROCHA  
YVES GUILHERME PEREIRA DE LIMA**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
“**GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA**”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELA BANCA EXAMINADORA

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. (o): DIEGO DA SILVA CARVALHO  
**Orientador**

Prof. (a). Me.: HELOISA GOMES  
Membro da Banca

Prof. Dr (o): NILSON RODRIGUES DA SILVA  
Membro da Banca

Novembro, 2023

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso (TCC) aborda a otimização da produção em uma empresa dedicada à montagem de ventiladores, visando a redução de custos por meio do balanceamento das atividades em cada posto de trabalho. A pesquisa destaca a importância da eficiência operacional na indústria, especialmente em um cenário onde a competitividade requer constantes melhorias nos processos. O estudo inicia com uma revisão bibliográfica sobre estratégias de redução de mão de obra e eficiência na produção industrial. Em seguida, é apresentado o contexto específico da empresa analisada, destacando os desafios enfrentados em relação aos custos de produção e a necessidade de melhorar a eficiência sem comprometer a qualidade dos produtos. A metodologia aplicada envolve a análise detalhada das atividades desempenhadas em cada estágio da montagem de ventiladores, identificando possíveis gargalos e ineficiências. Com base nessa análise, são propostas recomendações para o balanceamento das atividades, buscando uma distribuição mais equitativa da carga de trabalho entre os funcionários. Os resultados obtidos após a implementação das mudanças foram analisados, a partir das métricas do tempo de produção, custos operacionais e satisfação dos colaboradores. Conclui-se que o balanceamento efetivo das atividades pode resultar em uma redução significativa na necessidade de mão de obra, contribuindo para a competitividade da empresa no mercado. O estudo oferece entendimentos práticos para as empresas do setor que buscam melhorar sua eficiência operacional, destacando a importância do monitoramento contínuo e da adaptação às mudanças no ambiente de produção.

**PALAVRAS CHAVES:** Produtividade, Ventilador, Balanceamento, Eficiência, Melhoria.

## **ABSTRACT**

This course completion work (TCC) addresses the optimization of production in a company dedicated to the assembly of fans, aiming at reducing costs by balancing the activities in each workstation. The research highlights the importance of operational efficiency in the industry, especially in a scenario where competitiveness requires constant process improvements. The study begins with a literature review on strategies to reduce labor and efficiency in industrial production. Then, the specific context of the company analyzed is presented, highlighting the challenges faced in relation to production costs and the need to improve efficiency without compromising product quality. The applied methodology involves the detailed analysis of the activities performed in each stage of the assembly of fans, identifying possible bottlenecks and inefficiencies. Based on this analysis, recommendations are proposed for balancing activities, seeking a more equitable distribution of workload among employees. The results obtained after the implementation of the changes were analyzed from the metrics of production time, operational costs and employee satisfaction. It is concluded that the effective balancing of activities can result in a significant reduction in the need for labor, contributing to the competitiveness of the company in the market. The study offers practical understandings for companies in the sector that seek to improve their operational efficiency, highlighting the importance of continuous monitoring and adaptation to changes in the production environment.

**KEYWORDS:** Productivity, Fans, Rebalancing, Efficiency, Improvement.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Dados Organizacionais .....	29
Figura 2: Atividades Operacionais .....	30
Figura 3: Score de atendimento .....	31
Figura 4: Fluxo operacional para a montagem de um ventilador .....	35
Figura 5: Posto de Montagem do Motor.....	35
Figura 6: Posto de Montagem da Grade + Teste do Produto.....	36
Figura 7: Posto de Embalagem do Ventilador .....	36
Figura 8: Linha de Montagem com foco no posto de embalagem. ....	41
Figura 9: Linha de Montagem .....	41
Figura 10: AEP do posto 3 de embalagem.....	42
Figura 11: AEP do novo posto 2 de embalagem.....	43
Figura 12: Imagem do novo posto 2 de Embalagem.....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados da linha do ventilador de pedestal .....	37
Tabela 2: Tabela com os tempos de ciclos de cada posto .....	37
Tabela 3: Cronoanálise do posto 1 da embalagem .....	38
Tabela 4: Cronoanálise do posto 2 da embalagem .....	39
Tabela 5: Cronoanálise do posto 3 da embalagem .....	39
Tabela 6: Tabela com os tempos de ciclos do novo posto 1 da embalagem .....	40
Tabela 7: Tabela com os tempos de ciclos do novo posto 2 da embalagem .....	40



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	OBJETIVOS.....	10
2.1	Objetivos gerais .....	10
2.2	Objetivos Específicos .....	10
3	FUNDAMENTACÃO TEÓRICA.....	11
3.1	Filosofia do Lean .....	11
3.2	História do Lean.....	12
3.3	Ferramentas e princípios do Lean Manufacturing .....	13
3.3.1	Cronoanálise .....	13
3.3.2	Yamazumi .....	14
3.3.3	Kaizen.....	16
3.3.4	Kanban.....	17
3.3.5	A filosofia 5S .....	18
3.3.6	JIT (Just in time).....	22
3.3.7	Padronização de atividades.....	22
3.3.8	Poka Yoke .....	24
3.4	ERGONOMIA .....	26
3.4.1	Avaliação Ergonômica Preliminar.....	28
4	MATERIAIS E MÉTODOS .....	32
4.1	Fluxo operacional .....	32
4.2	Dados da Linha .....	32
4.3	Cronoanálise .....	32
4.4	Análise Ergonômica.....	33
4.5	Equipamentos utilizados .....	33

4.5.1	Cronometro.....	33
4.5.2	Câmera.....	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
5.1	Fluxo operacional .....	35
5.2	Informação da Linha.....	37
5.3	Cronoanálise da linha.....	37
5.4	Cronoanálise posto 1 da embalagem.....	38
5.5	Cronoanálise posto 2 da embalagem.....	39
5.6	Cronoanálise posto 3 da embalagem.....	39
5.7	Novo balanceamento posto 1 .....	39
5.8	Novo balanceamento posto 2 .....	40
5.9	Avaliação de ergonomia.....	41
6	CONCLUSÃO.....	46
7	INDICAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	47
8	REFERÊNCIAS .....	48

## 1 INTRODUÇÃO

No cenário do mercado atual alinhado a recentes situações envolvendo problemas globais que afetam diretamente a economia, percebe-se que as empresas vêm seguindo na busca constante por aumento de produtividade, ganhos em número de mão de obra ou redução de perdas, aumentar as margens de lucro do negócio e garantir um produto cada vez mais competitivo. (MARTINS, 1995)

Com isso, observa-se a necessidade de avaliar o processo produtivo, e as empresas precisam atender grandes demandas garantindo a qualidade e excelência com os prazos de entrega dos produtos, e isso requer todo um trabalho nos processos de fabricação; onde primeiramente é necessário entender o processo, identificar os "gargalos" (lugares onde podem acontecer o melhor aproveitamento do tempo), elaborar um plano de ação e com todas essas necessidades a melhor metodologia para se trabalhar em cima é o lean manufacturing. (WOMACK e JONES, 1996).

No atual contexto das organizações contemporâneas, a produtividade é um tema relevante, e o Lean Manufacturing se destaca como uma metodologia que visa eliminar desperdícios inseridos não apenas nos postos de trabalhos, mas também em todo processo industrial. Compreender os fatores que influenciam a produtividade e identificar estratégias eficientes são elementos essenciais para o sucesso organizacional. A busca contínua pela otimização dos recursos e maximização dos resultados é fundamental para a competitividade e a sustentabilidade empresarial. (MARTINS e MAXIMIANO, 2023).

Alinhando todas essas necessidades de redução de recursos e aumento de produtividade, propõe-se um estudo de caso em uma empresa de eletrodomésticos com a adoção de práticas do Lean, para implementar medidas de melhoria ergonômica em sua linha de produção. A meta almejada é a redução de mão obra direta (MOD) e melhorias ergonômicas nos postos de trabalho, aplicando a metodologia Lean e suas ferramentas. Serão coletados dados qualitativos e quantitativos por meio de observação direta e análise de indicadores de desempenho, a fim de avaliar os resultados obtidos e os benefícios dessa integração para a excelência operacional.

Espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para a compreensão da importância da integração do Lean Manufacturing, produtividade e melhoria ergonômica como estratégias para a excelência operacional. Será enfatizada a necessidade de considerar aspectos ergonômicos na busca pela produtividade, a fim de promover um ambiente de trabalho saudável e seguro, e melhorar o desempenho dos colaboradores.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivos gerais

Modificar três postos de trabalhos de uma linha de montagem em empresa do ramo de eletrodomésticos, considerando a condição ergonômica dos operadores, mas principalmente o ganho de um posto de trabalho nos dois turnos produtivos usando a metodologia e ferramentas Lean para analisar e validar as modificações propostas.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Analisar e propor *layouts* das linhas de ventilação;
- Realizar cronoanálise de todos os postos envolvidos;
- Aplicar a ferramenta Yamazumi para identificar os gargalos nas atividades realizadas, com oportunidades de balanceamento das tarefas para atingir uma taxa de ocupação dos operadores entre 85% e 95%;
- Avaliar status da situação ergonômica dos postos antes e depois da mudança;
- Calcular ganhos financeiro e impacto positivo nos indicadores (*Labour Productivity*, *Fator K*) com a redução da mão de obra com o mesmo *output* de volume de produção;
- Atualizar folhas de processo (JES) e Roteiro dos ventiladores 40 centímetros de coluna (VB4C e VF4C);

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Com a crescente globalização e a intensificação da concorrência, as organizações enfrentam a necessidade de se adaptar às demandas de um mercado altamente competitivo. Para se destacar e prosperar nesse ambiente, as empresas devem estar preparadas para enfrentar quatro desafios fundamentais: qualidade, inovação, custo e rapidez. Com o intuito de atender a essas demandas, muitas empresas têm optado por adotar estratégias no âmbito do Lean Manufacturing, visando melhorar e aumentar a eficiência de seus processos. (FORTE, 2022).

De acordo com (WOMACK e JONES, 2004), o Lean Manufacturing é uma abordagem que visa a eliminação de desperdícios e a maximização do valor agregado aos produtos e serviços. Por meio da identificação e eliminação de atividades que não agregam valor, como transporte desnecessário, estoques excessivos e tempos de espera prolongados, as empresas podem otimizar seus processos e alcançar resultados mais eficientes.

Para os autores, um dos principais objetivos do Lean Manufacturing é melhorar a qualidade dos produtos e serviços oferecidos. Ao focar em eliminar erros e defeitos, as empresas podem garantir que seus produtos atendam às expectativas dos clientes e estejam em conformidade com os padrões de qualidade, resultando uma maior satisfação do cliente e fortalece a reputação da empresa no mercado.

#### **3.1 Filosofia do Lean**

Para (POPPENDIECK, 2006), desde os tempos dos romanos, as ideias Lean têm sido aplicadas, especialmente na padronização de instrumentos de guerra e processos construtivos, como estradas e arcos. No entanto, foi com Eli Whitney, em 1799, que essas ideias foram sistematizadas de forma mais consistente, quando ele desenvolveu a noção de peças intercambiáveis para armas de guerra, como os mosquetes.

Posteriormente, surgiram outros grandes pensadores com ideias Lean, como Frederick Taylor, que implementou a padronização e o estudo dos tempos de trabalho, e Henry Ford, que introduziu as linhas de produção e focou na criação de valor para o cliente. Após a Primeira Guerra Mundial, Ford transformou sua produção automotiva artesanal em um sistema de produção em massa. (SANTOS, 2022).

Com base nesses conceitos, os japoneses, após a Segunda Guerra Mundial, criaram sua própria indústria automobilística, destacando-se o caso da Toyota. No mercado japonês, havia uma demanda por uma grande variedade de produtos, qualidade assegurada, produção de

acordo com a demanda e custos reduzidos. A solução encontrada foi a adoção de um sistema de produção em fluxo, tecnologias flexíveis, processos à prova de erros e organização por famílias de produtos para garantir a diversidade na produção (FONTANINI, 2004).

### 3.2 História do Lean

O termo Lean Manufacturing surgiu foi lançado no livro *The Machine That Change the World*, no início da década de 90. Contudo, o conceito por trás do termo, tem vindo a ser desenvolvido no Japão desde o fim da 2ª Guerra Mundial. O livro se inspirou, no sistema de produção existente na Toyota, conhecido como *Toyota Production System* (TPS). É no TPS que o Lean Manufacturing se baseia (WOMACK, 1990).

O TPS começou a ser desenvolvido pelo engenheiro de produção da Toyota Taiichi Ohno, no início da década de 50 do século passado. (OHNO, 1997), baseou o seu sistema de produção, na necessidade de produzir apenas aquilo que era exigido pelo mercado. Assim, desenvolveu técnicas que permitisse produzir carros em pequenas quantidades e de forma diversificada. As técnicas desenvolvidas focaram-se essencialmente na produção Just-In-Time e na eliminação de desperdícios na cadeia de valor. Com novo conceito veio confrontar o sistema de produção utilizado à época, baseado na produção padronizada de grandes quantidades para amplos mercados.

A Toyota conseguia assim, ultrapassar o seu principal concorrente, a Ford. Mas foi durante a crise petrolífera no ano de 1973, que quase estagnou a economia japonesa, que a Toyota 6 conseguiu chamar a atenção do mundo. Apesar da crise a Toyota conseguiu manter os bons resultados comparativamente com o resto da economia. Começou-se então a perceber que o sucesso de um negócio não poderia passar pela produção em série, segundo o modelo americano.

De fato, o TPS, foi o catalisador do sucesso alcançado pela Toyota, que fez com que as empresas mundiais comesçassem a olhar para o seu sistema de produção como a solução dos seus problemas estruturais, assente numa visão de produção em massa.

O Lean, explorando vários conceitos utilizados pelo TPS, procura seguir uma estratégia focada na redução do tempo do ciclo de trabalho de um produto, eliminando os vários tipos de desperdícios existentes na cadeia de valor. Segundo (OHNO, 1997), pode se definir a filosofia do Lean Manufacturing como:

[...] uma abordagem sistemática para a identificação e eliminação de desperdícios (atividades sem valor acrescentado), através da melhoria contínua, fazendo os produtos fluir, sempre que o cliente os “puxa”, na senda da perfeição. Uma filosofia de produção, que reduz o prazo entre a encomenda e a entrega, através da eliminação sistemática de desperdícios (atividades sem valor acrescentado).

### **3.3 Ferramentas e princípios do Lean Manufacturing**

#### **3.3.1 Cronoanálise**

A cronoanálise foi desenvolvida por Frederick Winslow Taylor (1912), conhecido como o pai da Administração Científica, no final do século XIX e início do século XX. Taylor era um engenheiro mecânico e consultor de administração que buscava melhorar a eficiência das operações industriais.

O trabalho de Taylor estava focado em aprimorar a produtividade e reduzir o desperdício nas indústrias, especialmente na manufatura. Ele realizou estudos detalhados sobre o tempo necessário para executar cada tarefa e desenvolveu uma abordagem sistemática para analisar e melhorar a eficiência do trabalho (TAYLOR, 1912).

A abordagem é uma técnica altamente detalhada e abrangente de estudo e análise dos tempos gastos em cada etapa específica de um processo produtivo. Seu objetivo principal é determinar de maneira precisa o tempo necessário para realizar cada atividade de forma eficiente, permitindo uma visão completa e minuciosa do desempenho da linha de produção. Para que esteja de forma visual e de fácil entendimento as possíveis melhorias no processo, se usa de forma a ferramenta chamada yamazumi (TAYLOR, 1912).

Segundo (SANTOS, 2013), a partir da comparação entre os tempos medidos e os tempos padrão, a cronoanálise possibilita a identificação de possíveis desvios ou variações. Essas variações podem indicar gargalos no processo, desperdícios de tempo ou ineficiências que impactam negativamente a produtividade.

Com a identificação dos desvios, a equipe que realiza a cronoanálise é capaz de apontar oportunidades de melhoria no fluxo de trabalho. Essas melhorias podem envolver a eliminação de atividades desnecessárias ou que não agregam valor, a otimização das sequências de tarefas, a reorganização do layout da linha de produção ou até mesmo a implementação de tecnologias que automatizem tarefas repetitivas. (OLIVEIRA, 2016).

De acordo com (TAYLOR, 1912), caso as melhorias serem implementadas, a cronoanálise não se encerra. Ela continua sendo uma ferramenta essencial para monitorar

regularmente o desempenho da linha de produção. Isso permite avaliar a eficácia das melhorias realizadas, garantindo que elas sejam sustentáveis ao longo do tempo e que não haja regressão no desempenho do processo produtivo.

### **3.3.2 Yamazumi**

Yamazumi tem origem japonesa e significa "montanha acumulada". Ele se refere à representação visual da distribuição do trabalho ao longo do tempo, e é uma técnica amplamente utilizada nas industriais para equilibrar a carga de trabalho entre os operadores de um processo produtivo (NIEDERSTADT, 2018).

#### **3.3.2.1 Característica Principal**

Para (TAYLOR, 1912), o propósito do Yamazumi consiste em observar e examinar a repartição das tarefas ao longo de uma linha de montagem ou processo produtivo. Essa análise é realizada por meio da elaboração de um gráfico de Yamazumi, o qual exibe os períodos de cada etapa ou atividade envolvida no processo. O tempo de cada etapa é a duração necessária para concluir uma tarefa específica.

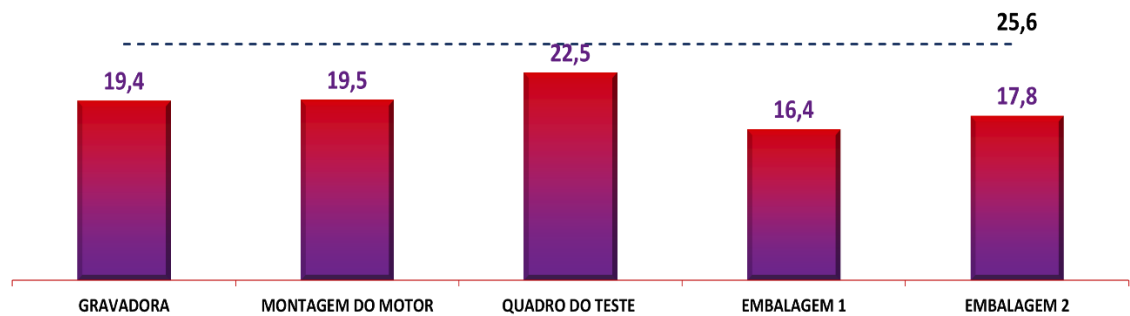
Além disso, o Yamazumi também pode ser usado como uma ferramenta de planejamento para antecipar demandas futuras e ajustar a capacidade de produção de acordo. Isso ajuda a evitar a superprodução ou a subutilização dos recursos, tornando o processo mais ágil e responsivo às mudanças no mercado ou nas necessidades dos clientes.

#### **3.3.2.2 Elementos do Gráfico**

No contexto da representação gráfica de processos (Gráfico 1 - Yamazumi), utilizam-se eixos horizontais e verticais para visualizar a evolução do tempo e a quantidade de trabalho realizado em cada etapa. O eixo horizontal, que representa o tempo, é subdividido em intervalos adequados, como segundos, minutos ou horas, dependendo da natureza do processo. Esses intervalos correspondem às etapas individuais do processo.



Gráfico 1: Yamazumi



Fonte: Produção do próprio autor

No Gráfico 1, o eixo vertical, por sua vez, indica a quantidade de trabalho, tarefas ou unidades produzidas em cada etapa específica. Para ilustrar isso, são utilizadas barras verticais. Cada barra vertical representa uma etapa do processo e demonstra a quantidade de trabalho realizada dentro de um determinado período. A altura da barra está relacionada com a quantidade de trabalho produzida ou o tempo necessário para concluir a tarefa.

### 3.3.2.3 Takt time

No gráfico, é comum traçar uma linha horizontal representando o **takt time**. Segundo (OHNO, 1988) **takt time**, é a taxa de produção necessária para satisfazer a demanda do cliente. Essa linha ajuda a visualizar a relação entre a demanda do cliente e o tempo disponível para produzir cada unidade. O **Takt time** pode ser calculado aplicando-se a Equação 1.

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ disponivel}{Demanda\ do\ Cliente} \quad (1)$$

Tempo Disponível: É o tempo total disponível para realizar a atividade ou processo. É calculado em um turno de trabalho, um dia de trabalho ou qualquer outro período relevante sempre descontando horário de pausas na produção, como almoço e café. (THOMAZ, 2015). Assim tendo apenas o tempo efetivo de produção (TEP), gerando um resultado mais real para as cronoanálises.

Demanda do Cliente: É a quantidade de unidades ou produtos que o cliente requer dentro do mesmo período considerado para o tempo disponível.

Para melhor distinguir diferentes tipos de trabalho ou etapas do processo, pode-se aplicar cores diferentes às barras verticais.

Para (THOMAZ, 2015), no contexto do Yamazumi, o TCY (ou "**Total Cycle Time**") refere-se ao tempo total necessário para concluir um determinado processo ou atividade. O TCY é a soma de todos os tempos individuais (ou elementos) necessários para executar uma tarefa específica. Esses elementos podem incluir atividades como montagem, inspeção, movimentação, espera, entre outros. Em suma para análise é o tempo medido através de ferramentas como cronômetros e sempre deve ser respeitado o mínimo de 10 ciclos.

#### **3.3.2.4 Taxa de Ocupação**

Dentro da cronoanálise, a taxa de ocupação refere-se à proporção do tempo total que um operador ou recurso está realmente envolvido na execução de uma tarefa específica em relação ao tempo total disponível. Em outras palavras, é a medida de quanto tempo o operador ou recurso está efetivamente ocupado em comparação com o tempo total decorrido.

A taxa de ocupação é frequentemente expressa como uma porcentagem e pode ajudar a identificar oportunidades de otimização do processo. Se a taxa de ocupação for muito baixa, isso pode indicar que há muita ociosidade no processo, o que pode ser um sinal de ineficiência. Por outro lado, se a taxa de ocupação for muito alta, isso pode indicar que o operador ou recurso está sobrecarregado, o que também pode resultar em ineficiência e até mesmo em erros.

Ela é calculada sempre usando como base para a porcentagem o posto gargalo (posto com maior tempo de execução das atividades). Onde para calcular a ocupação, é o tempo de ciclo do posto vigente dividido pelo gargalo da linha, multiplicado por 100, assim gerando uma porcentagem que é a taxa de ocupação.

#### **3.3.3 Kaizen**

O Kaizen é uma abordagem metodológica que visa alcançar melhorias rápidas, através do uso organizado do senso comum e da criatividade, com o objetivo de aprimorar tanto um processo individual quanto um fluxo de valor completo. Essa metodologia é comumente empregada para resolver problemas de escopo restrito, os quais são identificados após a realização do Mapeamento do Fluxo de Valor. O Kaizen pode ser conduzido por uma equipe composta por pessoas de diversos setores dentro da empresa para que possam ter uma visão geral do problema (GREEN, 2010).

As principais diretrizes para a condução do Kaizen, segundo (GEORGE, 2004), são apresentadas a seguir:

- A equipe deve trabalhar em regime de dedicação total (tempo integral) durante o evento Kaizen – também denominado workshop Kaizen, cuja duração é de três a cinco dias. Para que isso seja viável, é necessário que o *sponsor* do projeto, o líder do Kaizen e os participantes da equipe tomem providências prévias para que o trabalho de rotina seja realizado de outra forma durante esse período (situação similar à época de férias de cada participante).
- O escopo do projeto deve ser definido anteriormente e de forma precisa, pois, a equipe não dispõe de tempo para readequação dos objetivos e limites para o trabalho.
- Os dados básicos relacionados ao projeto devem ser previamente coletados (por um Black Belt, Green Belt ou outro especialista).
- A implementação deve ser imediata, isto é, a maior parte das ações definidas deve ser colocada em prática durante a semana do evento Kaizen e aquilo que não for possível executar durante o evento deve ser finalizado em um prazo máximo de 20 dias. Para que essa diretriz possa ser cumprida é aceitável um nível de confiança de 70% na tomada de decisões, bem como soluções que são “mais ou menos ok”, isto é, não foram refinadas.
- Durante o evento Kaizen, os gestores devem disponibilizar o acesso às áreas de suporte da empresa – manutenção, tecnologia da informação, recursos humanos, marketing etc, caso seja necessário.

O Kaizen é uma abordagem dinâmica e colaborativa que necessita de um consenso e originalidade. Ao seguir essas diretrizes, as organizações e ferramentas como kanban, 5s (que serão nossos objetos de estudo futuros) podem obter melhorias significativas, impulsionando a eficiência e a qualidade. O Kaizen não apenas soluciona problemas específicos, mas também promove uma cultura de melhoria contínua, na qual todos os membros da equipe têm a oportunidade de contribuir para o sucesso da organização (THOMAZ, 2015).

### **3.3.4 Kanban**

O Kanban é uma metodologia de gerenciamento de projetos que tem como objetivo a melhoria visual, a transparência e a eficiência do fluxo de trabalho. Ele se originou na indústria

manufatureira e posteriormente foi adotado por equipes de outras indústrias e se encaixando em diversos setores. (GEORGE, 2004).

O conceito-chave dessa ferramenta é usar um quadro visual, no entanto, também existem inúmeras ferramentas digitais disponíveis que permitem que as equipes criem quadros virtuais e colaborem remotamente. Frequentemente eles são divididos em colunas, para representar as diferentes etapas do trabalho. Tipicamente, essas colunas incluem "A fazer", "Em andamento" e "Concluído", mas elas podem ser personalizadas para se adequarem às necessidades específicas de uma equipe ou projeto. As tarefas ou itens de trabalho são representados por postites, que são movidos pelo quadro à medida que progridem em cada etapa.

O seu objetivo principal é ter um controle do trabalho em progresso (WIP) para evitar sobrecarregar a equipe e promover um fluxo de trabalho suave. Isso é alcançado definindo limites de trabalho em andamento para cada coluna, indicando o número máximo de itens que podem ser trabalhados simultaneamente. Ao visualizar o fluxo de trabalho e o gerenciar, as equipes podem identificar gargalos, melhorar a coordenação e otimizar seus processos.

“Quando o mapa muda, uma nova forma de ver o trabalho se evidencia, e novas oportunidades de melhoria emergem. Um ciclo evolucionário de mudanças se estabelece.” (PRIKLADNICKI, 2014).

Assim os membros da equipe revisam regularmente o fluxo de trabalho e identificam oportunidades para otimizá-lo. Isso pode envolver a análise de métricas como tempo de execução (o tempo que leva para uma tarefa passar do início ao fim) e tempo de ciclo (o tempo que leva para concluir uma tarefa depois que ela entra na coluna "Em andamento").

### **3.3.5 A filosofia 5S**

A filosofia 5S foi conceituado para criar um ambiente de trabalho adequado e organizado para melhorar a produtividade. Teve início na década de 50, no Japão. Nessa época, o país estava se recuperando dos estragos sofridos pelos ataques e as empresas precisavam oferecer produtos competitivos em termos de preço e qualidade. E com pouco tempo o Japão se tornou uma das grandes potências econômicas que temos até os dias de hoje, o interesse despertou de outros países, especialmente das grandes empresas da época, que desejavam saber como era possível uma recuperação tão rápida. (BRANDÃO, 2022).

Para (THOMAZ, 2015), os 5S's são métodos educacionais que buscam promover a mudança de comportamento das pessoas por meio de práticas participativas e do conhecimento de informações. Essas mudanças oferecem suporte e apoio filosófico à qualidade de forma abrangente, contribuindo para a melhoria contínua em todas as áreas. O termo 5S deriva as iniciais de (*Seiri Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*) que são os nomes das cinco atividades em japonês.

### **3.3.5.1 Seiri (Senso de Utilização)**

O primeiro “S” tem o objetivo de criar cultura da prática do senso de utilização, ser capaz de identificar o que é necessário no ambiente em que está trabalhando. O que as pessoas enfrentam, a maior dificuldade, e o sentimento de posse. O apego emocional faz com que as pessoas continuem acumulando as coisas e poluindo o local em que estão com a desculpa de que um dia talvez aquelas coisas possam vir a ser úteis.

A pergunta a se deve fazer é, isso é realmente necessário? e eliminar todos os itens desnecessários ou obsoletos do ambiente de trabalho. Isso envolve examinar cuidadosamente todos os objetos, ferramentas, documentos e materiais presentes no local de trabalho e podendo separar eles em três grupos, que são, itens essenciais, itens desnecessários e itens a serem mantidos.

- Itens essenciais: São os objetos e materiais que são frequentemente usados no trabalho e são indispensáveis para as atividades diárias e devem ser mantidos.
- Itens a serem mantidos, mas não imediatamente necessários: São os objetos e materiais que não são usados com frequência, mas ainda têm algum valor e devem ser mantidos em algum local apropriado.
- Itens desnecessários: São os objetos e materiais que não são mais utilizados, estão quebrados, danificados, obsoletos ou têm pouco valor para o trabalho.

Com isso, após as classificações, os itens desnecessários devem ser removidos do local de trabalho, seja por meio de descarte adequado, reciclagem, doação ou realocação para um local apropriado de armazenamento. O objetivo é criar um ambiente de trabalho mais limpo, organizado e eficiente, onde apenas os itens essenciais estejam presentes.

### 3.3.5.2 Seiton (Senso de ordenação)

O termo Seiton deriva do seiri e significa "classificação" ou "separação". A filosofia Seiton enfatiza ter um local de trabalho organizado e eficiente, onde cada item tem um lugar designado. Isso facilita o acesso aos objetos, reduz o desperdício de tempo e melhora a produtividade.

De acordo com (BALLESTERO, 2006), tudo deve ser simplificado. Se cada coisa tiver um lugar específico, de fácil acesso, qualquer coisa fora do lugar será vista de imediato.

A prática do Seiton envolve:

- Designação de lugar: Atribuir um local específico para cada item de acordo com sua frequência de uso, facilidade de acesso e características. O objetivo é garantir que os objetos sejam facilmente encontrados quando necessários.
- Arrumação: Organizar os itens de maneira ordenada e visualmente agradável, usando métodos como etiquetas, prateleiras, armários e caixas. É importante garantir que cada objeto tenha um local adequado e que seja colocado de volta após o uso.

Em resumo, no contexto empresarial, a implementação do Seiton pode trazer uma oportunidade para revisão do layout do local de trabalho, a fim de visar o planejamento do tempo e a distribuição adequada do esforço físico também como benefícios significativos, como a redução de erros, melhoria da segurança, melhor fluxo de trabalho, maior satisfação dos funcionários e promove a valorização dos recursos e a redução de desperdícios.

### 3.3.5.3 Seiso (Senso de limpeza)

O Seiso, refere-se à prática de manter a limpeza e a ordem nos espaços de trabalho. Esse princípio refere-se a ter um ambiente limpo, arrumado e livre de sujeira ou desordem. Acredita-se que um ambiente limpo e organizado possa contribuir para um melhor desempenho, bem-estar e segurança das pessoas.

Segundo (BALLESTERO, 2006), a definição de sujeira segue como: “sujeira é tudo que agride o meio ambiente. Pronto! Agora ampliei bem mais; também é sujeira a iluminação deficiente, mau cheiro, ruídos, pouca ventilação.

Em seu contexto, a limpeza não se limita apenas à remoção de sujeira física, mas também abrange a identificação e eliminação de fontes potenciais de desperdício, problemas ou riscos. Isso pode envolver a manutenção regular de equipamentos, a revisão de processos de trabalho para eliminar etapas desnecessárias ou ineficientes e a promoção de um ambiente de trabalho seguro e saudável. Além disso, incentivando práticas sustentáveis, como o descarte adequado de resíduos e a redução do consumo excessivo.

#### **3.3.5.4 Seiketsu (Senso de saúde e padronização)**

O Seiketsu se concentra na manutenção de um ambiente de trabalho saudável e na padronização das práticas e processos. Isso envolve criar e implementar padrões e procedimentos claros para garantir a limpeza, a organização e a segurança no local de trabalho. Além disso, também se refere à criação de hábitos e rotinas saudáveis para manter um ambiente de trabalho limpo e ordenado.

A implementação envolve a adoção de práticas consistentes para eliminar a desordem e a sujeira, bem como a padronização de métodos e procedimentos de trabalho. Isso inclui a definição de diretrizes claras para a organização de materiais, o gerenciamento adequado de resíduos e a manutenção da limpeza geral do ambiente.

O senso de saúde refere-se ao bem-estar físico e mental dos funcionários. Isso implica em criar um ambiente ergonômico e propício para o bom desempenho das tarefas. Além disso, também se refere à promoção de uma cultura de cuidado com a saúde, incentivando hábitos saudáveis com palestras, diálogos com os colaboradores e oferecendo suporte aos funcionários em relação à saúde e segurança ocupacional.

#### **3.3.5.5 Shitsuke (Senso de disciplina e autodisciplina)**

No sistema 5S, o Shitsuke é a última etapa e é considerada a mais importante. As outras quatro etapas são Seiri (senso de utilização), Seiton (senso de organização), Seiso (senso de limpeza) e Seiketsu (senso de padronização). As etapas anteriores apresentadas preparam o ambiente de trabalho e promovem a eficiência e a segurança. O Shitsuke é responsável por garantir que esses padrões sejam mantidos a longo prazo.

A implementação envolve a adoção de práticas consistentes para eliminar a desordem e a sujeira, bem como a padronização de métodos e procedimentos de trabalho. Isso inclui a

definição de diretrizes claras para a organização de materiais, o gerenciamento adequado de resíduos e a manutenção da limpeza geral do ambiente.

Ao praticar o Shitsuke, os indivíduos são encorajados a desenvolver hábitos autodisciplinados, como seguir procedimentos estabelecidos, cumprir prazos, manter a organização e ser responsáveis por suas ações. Além disso, também é importante incentivar a disciplina em equipe, de forma que todos se apoiem mutuamente na busca da excelência operacional.

### **3.3.6 JIT (Just in time)**

O Just in time é uma estratégia de gerenciamento de produção que busca minimizar o estoque e maximizar a eficiência ao produzir ou entregar bens e serviços exatamente quando são necessários. (WOMACK e JONES, 1996).

Segundo (MARCOUSÉ, 2017), Just in Time pode ser definido como:

“O JIT é sustentado pelo princípio de que a produção deve acontecer somente quando houver pedidos específicos dos clientes, para que o ciclo de produção comece apenas após o pedido ter sido feito ao fabricante.”

Essa abordagem foi criada no Japão, na década de 1970, pela empresa automobilística Toyota, como parte do sistema Lean. A Toyota desenvolveu o conceito para melhorar a eficiência e reduzir o desperdício em suas operações de manufatura.

Sua aplicação na produção tem como abordagem a produção de itens apenas quando são necessários, evitando estoques excessivos. Os componentes ou matérias-primas são fornecidos às linhas de produção no momento exato em que são necessários, reduzindo o desperdício e o custo de armazenagem.

### **3.3.7 Padronização de atividades**

Segundo (OHNO, 1988), a padronização de atividades na engenharia é uma prática essencial para garantir a eficiência, a qualidade e a consistência das operações dentro de uma organização. Ela envolve estabelecer diretrizes, normas e procedimentos claros que devem ser seguidos por todos os envolvidos na execução de tarefas relacionadas a processos.



Para (WERKEMA, 2011), no contexto do Lean Manufacturing, a criação de procedimentos padronizados para o trabalho dos operadores de um processo produtivo é baseada no tempo takt, na sequência das tarefas executadas por um operador dentro do tempo takt e no estoque padrão exigido para a operação do processo, gerando diversos os benefícios, como:

- **Consistência:** Padronizar as atividades garante que todas as etapas do processo sejam realizadas de maneira consistente, independentemente de quem as esteja executando. Isso ajuda a evitar variações indesejadas e inesperadas nos resultados e reduz a probabilidade de erros.
- **Eficiência:** Ao estabelecer procedimentos padronizados, é possível eliminar redundâncias e evitar desperdícios de tempo e recursos. Os processos se tornam mais ágeis e eficientes, resultando em maior produtividade e redução de custos operacionais.
- **Qualidade do produto ou serviço:** A padronização ajuda a garantir que os produtos ou serviços finais atendam aos padrões de qualidade estabelecidos. Isso é especialmente importante em setores que requerem altos níveis de precisão e confiabilidade.
- **Treinamento e desenvolvimento:** Quando as atividades são padronizadas, o treinamento de novos colaboradores se torna mais direcionado e eficaz. As orientações claras facilitam a integração de novos membros da equipe e aceleram o tempo necessário para atingirem o desempenho ideal.
- **Análise de desempenho:** A padronização permite uma melhor avaliação do desempenho dos processos. Métricas e indicadores podem ser definidos com base nos padrões estabelecidos, possibilitando uma análise mais precisa do sucesso ou das áreas que precisam de melhorias.
- **Replicação:** Processos padronizados podem ser facilmente replicados em diferentes áreas da organização ou em diferentes projetos, permitindo uma abordagem mais uniforme e alinhada em toda a empresa.
- **Compliance e regulamentações:** Em alguns setores, a padronização de atividades é um requisito para estar em conformidade com regulamentações e normas específicas da indústria.

Para implementar a padronização de atividades na engenharia de processos, é fundamental realizar análises e as seguintes etapas:

- Mapeamento de processos: Compreender em detalhes os processos existentes é o primeiro passo. Isso envolve identificar todas as etapas, entradas, saídas, responsabilidades e pontos críticos.
- Identificação de melhores práticas: Pesquisar e analisar quais são as melhores práticas dentro da indústria ou de empresas similares pode ajudar a definir padrões de excelência a serem seguidos.
- Documentação: Registrar as atividades padronizadas em manuais, procedimentos operacionais ou outras formas de documentação é essencial para garantir que todos tenham acesso às informações necessárias.
- Comunicação e treinamento: É importante comunicar a todos os envolvidos a importância da padronização e fornecer treinamento adequado para que possam seguir os procedimentos corretamente.
- Monitoramento e melhoria contínua: Uma vez implementada a padronização, é fundamental monitorar regularmente o desempenho dos processos e buscar oportunidades de melhoria contínua.

Lembrando que, embora a padronização seja altamente benéfica em muitos casos, é essencial também algumas *quality stations* para avaliar as operações, adicionar alguns sistemas de controle e estar sempre aberto a adaptações e mudanças quando necessário, especialmente em resposta a novas tecnologias ou mudanças significativas nas necessidades do mercado ou da organização.

### 3.3.8 Poka Yoke

O Poka Yoke é um termo japonês que se traduz em "à prova de erros" em português. É uma técnica de gerenciamento de qualidade usada nas indústrias de manufatura e processo para evitar que erros ou defeitos ocorram durante a produção ou processos operacionais (PINTO, 2014).

O conceito foi introduzido por Shigeo Shingo, um engenheiro industrial japonês, como parte do Sistema Toyota de Produção (TPS). O principal objetivo é projetar sistemas, ferramentas ou processos de forma a minimizar a possibilidade de erro humano, aumentando assim a qualidade do produto, reduzindo defeitos e aumentando a eficiência geral. Segundo (WERKEMA, 2011)

[...] algumas causas típicas de erros, tanto em processos de manufatura quanto administrativos, são: esquecimento, falta de atenção, treinamento inadequado, falta de treinamento, falta de padronização, não obediência aos padrões. (WERKEMA, 2011)

Quando se trata de Poka Yoke são vastos os métodos a serem implementados para evitar erros, dentre eles, os métodos de alerta, controle, desligamento e de prevenção são os mais utilizados. (SHINGO, 1960).

- Métodos de alerta: Os métodos de alerta são projetados para detectar um erro ou problema assim que ele ocorre, para que possa ser corrigido antes que cause um defeito ou problema maior. Esses métodos alertam os operadores ou funcionários sobre a ocorrência de uma condição fora do esperado. Exemplos de métodos de alerta incluem sons de alarme, luzes indicadoras ou mensagens visuais.
- Métodos de controle: Os métodos de controle são usados para limitar ações ou operações a um conjunto específico de etapas, evitando que ocorram erros. Eles são implementados para garantir que o processo ou operação siga um procedimento padrão e minimizem a possibilidade de variação ou falha humana. Um exemplo de método de controle é o uso de gabaritos ou dispositivos que guiam o posicionamento correto de componentes em uma montagem.
- Métodos de desligamento: Os métodos de desligamento interrompem automaticamente o processo ou a máquina quando uma condição anormal é detectada. Essa abordagem é aplicada quando ocorre uma situação crítica que precisa ser tratada imediatamente para evitar danos ou problemas graves. Um exemplo simples de método de desligamento é o fusível em um circuito elétrico; quando ocorre uma sobrecarga, o fusível "queima", interrompendo o fluxo de eletricidade e protegendo os componentes do circuito.
- Métodos de prevenção: Os métodos de prevenção são projetados para projetar o processo ou a operação de forma a evitar que erros ocorram. Isso é alcançado por meio do uso de designs inteligentes, tecnologias e mecanismos que tornam difícil ou impossível cometer erros comuns. Por exemplo, projetar um conector que só pode ser encaixado em uma direção específica, evitando erros de montagem por inversão.

O Poka Yoke foi amplamente adotado em vários setores e provou ser eficaz na redução de defeitos, aumento da produtividade e melhoria geral da qualidade. Ele enfatiza uma abordagem proativa para o controle de qualidade e é um componente essencial da manufatura enxuta e das metodologias Seis Sigma (THOMAZ, 2015).

Com isso conseguimos entender a necessidade de investir nos sistemas de contenção, baseando-se no entendimento de que os humanos podem cometer erros e ao invés de culpar os indivíduos pelos erros, o foco deve estar na criação de sistemas que tornem os erros impossíveis ou fáceis de detectar e corrigir.

### 3.4 ERGONOMIA

A ergonomia é uma disciplina científica que se concentra no estudo da interação entre seres humanos e elementos de um sistema, com o objetivo de projetar e adaptar esses elementos para que sejam seguros, eficientes e confortáveis de usar. O termo "ergonomia" vem das palavras gregas "ergon" (trabalho) e "nomos" (lei ou regra), o que significa literalmente "regras do trabalho".

O campo da ergonomia é aplicado em várias áreas, como design de espaços de trabalho, produtos, ferramentas, equipamentos e sistemas para melhorar de forma geral, tanto para o local quanto para trabalhadores. Seu principal objetivo é ajustar o ambiente e as condições de trabalho às características físicas, cognitivas e emocionais dos indivíduos, em vez de obrigar os trabalhadores a se adaptarem a ambientes inadequados.

Como afirma (IDA, 2016), a ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem. O trabalho aqui tem uma aceção bastante ampla, abrangendo não apenas aqueles executados com máquinas e equipamentos, utilizados para transformar os materiais, mas também toda a situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e uma atividade produtiva. Isso envolve não somente o ambiente físico, mas também os aspectos organizacionais.

Alguns princípios fundamentais da ergonomia incluem:

- Adaptação ao usuário: Os designs devem levar em consideração as características e capacidades dos usuários, como altura, alcance, força e capacidade de concentração.

- **Prevenção de lesões:** A ergonomia busca evitar lesões e distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho, como síndrome do túnel do carpo ou dor nas costas, otimizando o design e a organização do trabalho.
- **Eficiência e produtividade:** Um design ergonômico pode aumentar a eficiência e a produtividade ao reduzir o esforço físico e mental necessário para realizar uma tarefa.
- **Conforto e bem-estar:** Busca melhorar o bem-estar e a satisfação dos trabalhadores, reduzindo a fadiga e o estresse associados a más condições ergonômicas.
- **Segurança:** A ergonomia concentra-se em eliminar ou reduzir os riscos de acidentes e erros humanos no design de sistemas e equipamentos.

Com as normas regulamentadoras a ergonomia tem aplicações em várias áreas, como design de móveis e equipamentos de escritório, disposição de linhas de produção em fábricas, configuração de interfaces de software e hardware, design de carros e aviões, entre outros. Também é relevante em ambientes domésticos, de transporte e na área de saúde, para melhorar a qualidade de vida das pessoas.

As Normas Regulamentadoras, conhecidas como NRs, são um conjunto de regras e diretrizes elaboradas pelo Governo Federal do Brasil com o objetivo de estabelecer as diretrizes de saúde e segurança no trabalho. As NRs são aplicáveis a todos os empregadores e empregados, públicos e privados, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). O não cumprimento das disposições da norma pode acarretar multas e sanções às empresas. (RIBEIRO, 2022).

No Brasil, a Norma Regulamentadora NR-17 trata especificamente sobre Ergonomia. A NR-17 estabelece parâmetros que visam garantir a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, proporcionando conforto, segurança e eficiência no desempenho das atividades laborais. (OLIVEIRA, 2023).

Alguns dos principais aspectos abordados pela NR-17 são:

- **Mobiliário dos postos de trabalho:** A norma define requisitos para cadeiras, mesas e demais elementos do mobiliário, a fim de assegurar uma postura adequada durante a execução das tarefas.

- Equipamentos utilizados: A NR-17 estabelece critérios ergonômicos para a seleção, utilização e manutenção dos equipamentos utilizados no trabalho, buscando minimizar esforços excessivos e garantir a segurança dos trabalhadores.
- Condições ambientais de trabalho: A norma aborda aspectos como iluminação, ruído, temperatura e umidade do ambiente de trabalho, visando proporcionar condições saudáveis e confortáveis para os colaboradores.
- Organização do trabalho: A NR-17 também considera a organização das tarefas e a distribuição do trabalho, buscando evitar sobrecarga física ou mental, além de proporcionar pausas adequadas para descanso.
- Prevenção de lesões: A ergonomia é abordada como uma forma de prevenir doenças ocupacionais, como Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT).

Segundo (MONTEIRO, 2017), é fundamental que as empresas se adequem às diretrizes da NR-17 para proporcionar um ambiente de trabalho seguro e saudável, promovendo o bem-estar dos colaboradores e aumentando a produtividade. Além disso, a aplicação dos princípios da ergonomia pode contribuir para a redução de afastamentos por problemas de saúde relacionados ao trabalho.

### **3.4.1 Avaliação Ergonômica Preliminar**

No universo empresarial, a aplicação da Avaliação Ergonômica Preliminar (AEP) representa uma abordagem essencial para promover a eficiência e o bem-estar dos colaboradores. Este estudo direciona sua atenção para a montagem de ventiladores em uma empresa específica, reconhecendo a importância de antecipar e mitigar potenciais problemas ergonômicos nesse contexto laboral. A ergonomia, enquanto disciplina, visa adaptar o ambiente de trabalho às necessidades físicas e psicológicas dos indivíduos, transcende a mera conformidade com regulamentações, sendo um investimento estratégico na qualidade de vida dos trabalhadores e na otimização dos processos produtivos. Nesse cenário, a Avaliação Ergonômica Preliminar emerge como um instrumento valioso para identificar pontos críticos e fornecer subsídios para a implementação de melhorias antes que impactos negativos se manifestem de forma mais expressiva. Ao focar na montagem de ventiladores como estudo de caso, busca-se não apenas cumprir requisitos normativos, mas principalmente contribuir para a

construção de ambientes laborais mais saudáveis, seguros e eficientes, refletindo em benefícios tanto para os colaboradores quanto para a organização como um todo.

### 3.4.1.1 Dados Organizacionais

- A área "Dados Organizacionais" sugere uma seção dedicada à descrição do contexto em que a análise ergonômica será conduzida.
- Local de Análise: local ou locais específicos onde a análise ergonômica será realizada.
- Postos de Trabalho: Detalhes sobre os postos de trabalho que serão objetos da análise ergonômica.
- Nome da Operação: Descrição da operação ou atividade realizada no local de análise.
- Rodízio de Funcionários: Se houver um sistema de rodízio de funcionários nos diferentes postos de trabalho, é necessária uma explicação de como esse processo é realizado e qual a periodicidade.
- Turnos de Trabalho: Se aplicável, mencionar os turnos de trabalho em operação. A ergonomia pode ser afetada por fatores como horários irregulares, trabalho noturno e revezamento de turnos.

Figura 1: Dados Organizacionais

<b>Dados Organizacionais</b>			
Empresa:			
Linha:	Posto:	Time:	OP:
Nº Func na Atividades:		Veículo/Modelo:	
Horário de Trabalho:		Horas Extras:	Pausas:
Rodízio:	Ginástica Laboral:	Ritmo de Trabalho:	
Nome da Atividade:			
Descrição Atividade / Foto:			

Fonte: Produção do próprio autor

Conforme mostrado na Figura 1, ao reunir as informações será proporcionado uma base sólida para a análise ergonômica, ajudando a identificar áreas críticas e implementar melhorias.

### 3.4.1.2 Atividades Operacionais

Dentro da AEP são realizadas várias perguntas a respeito do dia-dia do operador conforme mostrado na Figura 2. Se caso alguma pergunta contempla com realizada do operador, o analisador deverá marcar com (x) a coluna (Sim), e se caso for uma atividade que faça parte do escopo do operador não é realizada deverá marcar com (x) a coluna (Não). E por fim for uma atividade que não faça parte do escopo do operador a coluna que deverá marcar com (x) é (NA). O score de atendimento é gerado de acordo com o a porcentagem de (Sim) e (Não) marcado em cada pergunta.

Figura 2: Atividades Operacionais

Atividades Operacionais		Sim	Não	NA
1	Postura de trabalho em desvio extremo: alguma postura forçada ou desvio postural extremo que choça o analista pela posição muito errada de algum segmento corpóreo ( <i>exemplos: agachado fazendo força, ajoelhado com o tronco encurvado para frente, agachado ou ajoelhado com os membros superiores acima do nível dos ombros, carregando peso sobre a cabeça, com pressão de partes do corpo por superfícies rígidas ou com quinas vivas</i> );			
2	Tronco encurvado para a frente ou torcido durante mais que 50% do ciclo ou jornada, com pouca probabilidade de mudar de posição e retornar à posição de equilíbrio, mesmo em pequeno grau de desvio;			
3	Trabalho de pé, parado, durante mais que 85% da jornada, com pouca possibilidade de se sentar;			
4	Posição sentada em cadeira muito ruim ou em posto de trabalho com desvios muito forçados;			
5	Esforços extremos evidenciados por observação do trabalho; ( <i>exemplos: usar marreta com grande esforço, usar alavancas com dispêndio de grande esforço, dar pancadas com grande esforço, puxar ou empurrar carrinho com peso excessivo ou com rodas em mau estado</i> );			
6	Trabalhar e concluir em mais que 15.000 peças em um turno ou 1.800 peças por hora sem tempos previstos de recuperação de fadiga ou com rodízio ineficaz;			
7	Esforço nítido, com mãos, braços ou coluna, aplicando força extrema; utilização de pinça pulpar, pinça lateral ou pinça palmar com esforço nítido;			
8	Levantamento individual de algum peso superior a 25 kg;			
9	Levantar totalmente ou depositar com precaução alguma carga mais pesada que 15 kg em frequência maior que 2 vezes por minuto e/ou em distância horizontal entre os tornozelos e o centro de massa da carga maior que 60 cm;			
10	Empurrar ou puxar carrinhos ou transpaletas manuais com peso maior que 1500 kg ou maior que 700 kg em aclives, declives ou em condições nitidamente ruins do piso ou do equipamento;			
11	Ritmo intenso de trabalho mantido, tempo apertado, pressão de tempo, operação crítica com alto impacto na qualidade do produto sem disponibilização de tempo necessário, utilização rigorosa de metas de produção, impossibilidade de pausas voluntárias em trabalhos com alta demanda mental; algum outro fator de carga mental bem evidente;			
12	A forma de se realizar o trabalho predispõe para a ocorrência de acidentes;			
13	Alto nível de ruído, calor, vibração ou algum outro fator da Higiene Ocupacional bastante evidente;			

Fonte: Produção do próprio autor



### 3.4.1.3 Score de Atendimento

Na Figura 3, o "score de atendimento" é gerado com base na porcentagem de respostas "Sim" e "Não" marcadas em cada pergunta. No entanto, a eficácia dessa métrica dependerá da clareza das perguntas, da relevância atribuída a cada uma, da interpretação dos resultados e da capacidade de adaptação do sistema para refletir as expectativas em constante mudança.

Figura 3: Score de atendimento

<b>Score de Atendimento</b>		0	0	0
		<b>#DIV/0!</b>		
		<b>Critérios de Interpretação</b>		
	<b>Verde</b>	100% de Conformidade		
	<b>Amarelo</b>	Entre 70% - 99% de Conformidade		
	<b>Vermelho</b>	Entre 40% - 69% de Conformidade		
	<b>Roxo</b>	Abaixo de 40% de Conformidade		

Fonte: Produção do próprio autor

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Os dados desse estudo de caso foram coletados em um projeto de melhoria através dos estudos de tempos e métodos realizado no período de março a junho de 2023, em uma célula de montagem de uma empresa multinacional fabricante de ventiladores. Essa empresa possui como valores inovação e melhoria nos processos, porém a maior parte de seus processos produtivos são realizados de forma manual. Sendo assim se torna necessário a utilização de metodologias como Lean como elimina qualquer tipo de desperdício no processo para uma maior produtividade.

### **4.1 Fluxo operacional**

A primeira etapa do projeto será a definição do fluxo operacional da linha que produz o ventilador de pedestal mostrado na figura X. Pois cada etapa dentro de uma linha de produção pode depender das outras. Ao compreender todo o processo, é possível identificar as interdependências entre as diferentes fases. Isso é crucial para garantir que uma mudança em uma parte da linha não cause problemas em outras áreas.

### **4.2 Dados da Linha**

A segunda fase do projeto será a coleta de dados da linha onde foi aplicado o projeto. Tal linha de produção trabalha em cima da metodologia Just in time. Sendo assim, para toda linha de ventiladores se existe uma meta de entrega de produtos acabados por turno, e em cima desse valor é definido quantidade de tempo para realização de cada ventilador através da Equação (1), obtendo-se o tak time

### **4.3 Cronoanálise**

A terceira etapa contempla a definição de qual posto de trabalho irá se direcionar o foco por causa se caso haver ociosidade, foi necessário a realização das cronoanálises com utilização do cronometro, para assim saber qual é o posto gargalo pois é ele quem dita o ritmo da linha de

montagem, e qualquer mudança feita dentro da linha deve sempre e visando melhorias no posto gargalo ou que após as mudanças nos outros postos não passe o tempo de ciclo do gargalo.

Os dados serão analisados através do yamazumi que são gráficos e tabelas no Microsoft Excel, onde terá a melhor visualização na comparação no tempo de ciclo de cada posto. Para aplicação do yamazumi se faz necessário a tomada de tempo de cada posto de trabalho e realizar a separação das atividades em que serão medidos 10 ciclos de cada operador em horários diferentes e adicionar o fator de fadiga de 8% (valor utilizado pela empresa devido a variação que pode haver no processo produtivo).

#### **4.4 Análise Ergonómica**

A quarta etapa do projeto será a aplicação da ferramenta APE (Análise Postural Ergonômica), onde é uma ferramenta científica que investiga a biomecânica do corpo humano durante as atividades laborais. Sua aplicação irá identificar posturas inadequadas e movimentos repetitivos que podem resultar em desconforto físico ou lesões ao longo do tempo. A metodologia empregada irá a observação direta dos operadores, registrando suas posturas ao longo do processo de montagem. Será utilizado câmera de telefone para capturar informações detalhadas sobre a biomecânica durante as tarefas de cada operador. Após a coleta de dados serão processados pela ferramenta APE, proporcionando uma visão do fator de atendimento das condições ergonômicas no posto de montagem. De acordo com figura X (introdução teórica).

#### **4.5 Equipamentos utilizados**

##### **4.5.1 Cronometro**

Cronometro que será utilizado para coletar os tempos de execução das atividades de cada operador é o modelo esportivo de mão da marca Luatek que tem como sua precisão até a casa centesimal

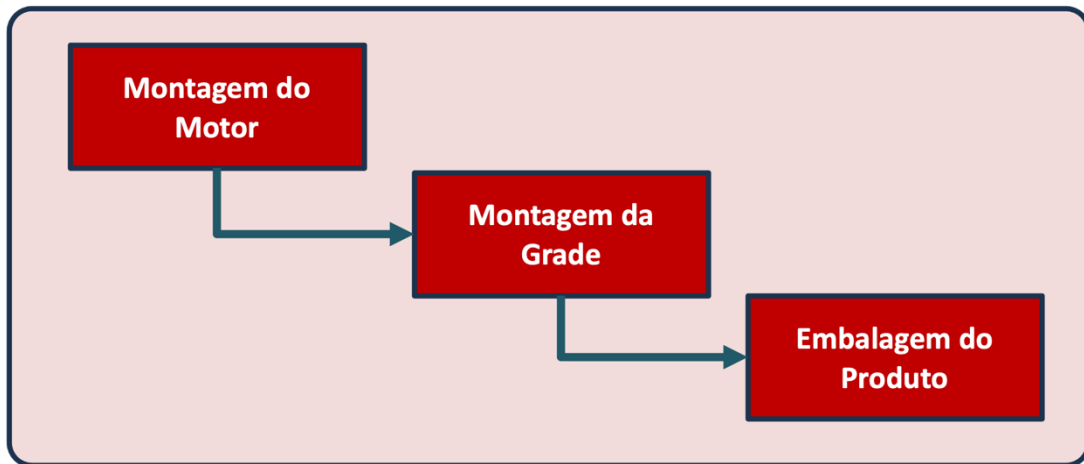
##### **4.5.2 Câmera**

Câmera que será utilizada nos vídeos com os operadores para coletar cada ação biomecânica realizada é a câmera do aparelho celular motoG10 da marca Motorola que tem como sua precificação de 8.8 megapixel.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Fluxo operacional

Figura 4: Fluxo operacional para a montagem de um ventilador



Fonte: Produção do próprio autor

O fluxo da linha de montagem do ventilador de pedestal é contemplado por 3 processos conforme apresentado na figura 4, e cada processo existe seus subprocessos.

O primeiro processo é a montagem do motor. Nesse processo o motor já é abastecido pronto na linha e o resumo das atividades do operador é a preparação da carcaça que envolve o motor e as devidas conexões entre o botão interruptor e o cordão energia (cabo Plug).

Figura 5: Posto de Montagem do Motor



Fonte: Produção do próprio autor

O segundo processo é a montagem da grade. Nessa etapa é realizada toda montagem da estrutura do ventilador como as colunas e a junção das grades traseira e frontais na hélice. O processo deste posto se finaliza com o teste de voltagem do produto e articulação.

Figura 6: Posto de Montagem da Grade + Teste do Produto



Fonte: Produção do próprio autor

O último processo é o de embalagem. Nesta etapa o produto já chega pronto através de esteiras de lonas onde o operador tem como atividade inserir na caixa de papelão o produto montado junto com os acessórios que compõe o kit do ventilador (Pedestal + Base).

Figura 7: Posto de Embalagem do Ventilador



Fonte: Produção do próprio autor

## 5.2 Informação da Linha

Tabela 1: Dados da linha do ventilador de pedestal

Dados da linha	
PRODUTO	Ventilador de pedestal
VOLUME / TURNO	800 produtos
TURNOS	2 turnos
OPERADORES	11 operadores
TEMPO DISPONIVÉL	30720 segundos

Fonte: Produção do próprio autor

A segunda fase do projeto foi a análise de dados já eram registrados nas documentações da empresa. Partindo desses dados foi possível assim calcular o *takt time* aplicando a Equação (1), para assim qual é o ritmo da linha e quanto é necessário para produzir 1 ventilador de pedestal.

Equação 2: takttime da linha

$$Takttime = \frac{30720}{800} = 38,4 \text{ segundos}$$

Fonte: Produção do próprio autor

## 5.3 Cronoanálise da linha

Tabela 2: Tabela com os tempos de ciclos de cada posto

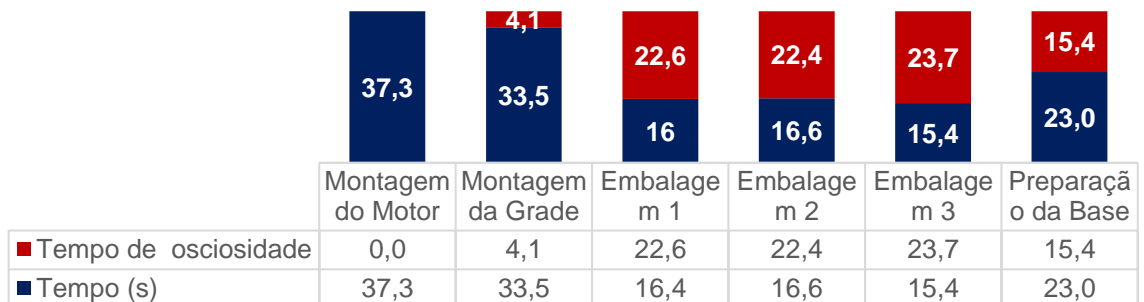
Posto	Tempo (s)
Montagem do Motor	37,3
Montagem da Grade	33,5
Embalagem 1	16,4
Embalagem 2	16,6
Embalagem 3	15,4
Preparação da Base	23,0

Fonte: Produção do próprio autor

Com realização da cronoanálise e a construção do yamazumi foi possível saber qual é o posto gargalo (Montagem do motor), logo se torna possível saber que a partir de qualquer mudança sempre deverá respeitar e não passar seu tempo de ciclo.

Na Tabela 1 está cada posto de trabalho e seu tempo de realização de todas as atividades necessárias para construção do ventilador. Portanto com o posto montagem do motor é o posto com maior de tempo de ciclo e se torna o posto gargalo da linha de ventiladores.

Gráfico 2: Gráfico com os tempos de ciclos e de cada posto



Fonte: Produção do próprio autor

No gráfico 2 se torna possível analisar que os postos com mais oportunidades de melhorias são os postos de embalagens, devidos ao seu tempo de ociosidade ser maior comparados aos demais. Assim tendo em mente onde deve ser gasto as energias. O próximo passo aplicado foi a reestruturação das atividades dos 3 postos de embalagens onde o objetivo é que 2 operadores consigam realizar as atividades de 3 operadores sem que passe o tempo de ciclo do posto gargalo.

#### 5.4 Cronoanálise posto 1 da embalagem

Tabela 3: Cronoanálise do posto 1 da embalagem

CRONO_POSTO EMBALAGEM 1												
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5	CICLO 6	CICLO 7	CICLO 8	CICLO 9	CICLO 10	TEMPO MÉDIO
1	Colar Etiqueta	2,8	3,31	2,62	2,47	2,88	2,05	2,48	2,59	2,04	2,55	2,6
2	Abrir Caixa	6,34	6,57	6,43	6,54	5,24	7,85	9,31	9,78	6,99	6,99	7,2
3	Posicionar Folheto	1,91	1,95	2,70	1,9	1,69	1,55	1,7	2,19	1,11	1,11	1,8
4	Posicionar Base Pedestal	3,21	4,67	5,98	2,88	2,51	6,34	4,44	9,18	4,64	4,64	4,8

Fonte: Produção do próprio autor



Na tabela 3 mostra a média de cada atividade analisada em 10 ciclos, onde essas são atividades iniciais do processo da embalagem. São inseridos os primeiros componentes normativos na caixa e posteriormente a primeira peça que compõe o ventilador de pedestal.

## 5.5 Cronoanálise posto 2 da embalagem

Tabela 4: Cronoanálise do posto 2 da embalagem

CRONO_POSTO EMBALAGEM 2												
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5	CICLO 6	CICLO 7	CICLO 8	CICLO 9	CICLO 10	TEMPO MÉDIO
1	Pegar Calço	2,96	3,2	3,44	2,5	1,32	3,14	3,2	2,89	2,85	2,99	2,8
2	Posicionar Calço No Produto	2,68	6,87	4,33	5,39	3,36	5,2	4	2,93	4,29	5,09	4,4
3	Posicionar Produto Na Caixa	4,55	6,22	6,95	4,65	6,38	6,22	4,45	3,9	6,77	6,87	5,7
4	Posicionar Caixa Na Esteira	3,65	5,14	2,21	3,56	3,41	3,49	3,77	4,04	2,38	4,95	3,7

Fonte: Produção do próprio autor

Na tabela 4 mostra a média de cada atividade analisada em 10 ciclos. O segundo posto assim como o primeiro da embalagem representa também um grande valor de ociosidade referente ao posto gargalo.

## 5.6 Cronoanálise posto 3 da embalagem

Tabela 5: Cronoanálise do posto 3 da embalagem

CRONO_POSTO EMBALAGEM 3												
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5	CICLO 6	CICLO 7	CICLO 8	CICLO 9	CICLO 10	TEMPO MÉDIO
1	Dobrar Origame	2,65	3,19	2,86	2,58	2,8	2,8	3,05	2,45	2,61	2,12	2,7
2	Posicionar Origami Na Caixa	5,1	4,08	4,22	3,63	4,47	2,48	6,36	3,63	4,5	3,25	4,2
3	Pegar Pedestal + Suporte	1,35	3,1	3,39	2,88	3,37	1,94	3,21	4,54	2,43	2,46	2,9
4	Posicionar Pedestal + Suporte	1,86	1,73	1,71	3,39	3,22	3,04	4,01	2,79	2,94	2,84	2,8
5	Fechar Caixa	2,26	3,13	2,71	2,82	2,54	4,62	2,03	1,97	2,45	4,2	2,9

Fonte: Produção do próprio autor

Na tabela 5 mostra a média de cada atividade analisada em 10 ciclos. O terceiro posto após análise é o posto com mais tempo de ociosidade tendo como referência o posto gargalo (Montagem do motor).

## 5.7 Novo balanceamento posto 1

Tabela 6: Tabela com os tempos de ciclos do novo posto 1 da embalagem

	ATIVIDADE	TCY (MÉDIA)
1	Colar Etiqueta	2,58
2	Abrir Caixa	7,20
3	Posicionar Folheto	1,78
4	Posicionar Base Pedestal	4,85
5	Pegar Pedestal + Suporte	1,43
6	Posicionar Suporte	1,38
	TOTAL	19,22

Fonte: Produção do próprio autor

No posto 1 havia uma ociosidade de 22,6 segundos, assim houve a possibilidade da adição das atividades 5 e 6 onde originalmente eram executadas no posto de embalagem 3. Após mudança, novo posto de embalagem 1 ficou com seu tempo de ciclo 19,22 segundos conforme apresentado na Tabela 6, pois foram adicionados 2,81 segundos e ainda respeitando o ritmo da linha de acordo com o posto gargalo.

## 5.8 Novo balanceamento posto 2

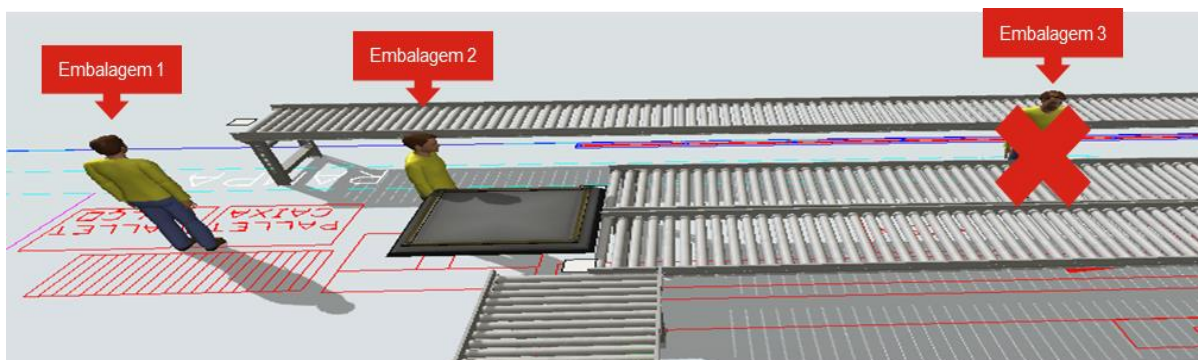
Tabela 7: Tabela com os tempos de ciclos do novo posto 2 da embalagem

	ATIVIDADE	TCY (MÉDIA)
1	Pegar Calço	2,85
2	Posicionar Calço No Produto	4,41
3	Posicionar Produto Na Caixa	5,70
4	Posicionar Caixa Na Esteira	3,66
5	Dobrar Origame	2,71
6	Posicionar Origami Na Caixa	4,17
7	Pegar Pedestal	1,43
8	Posicionar Pedestal	1,38
9	Fechar Caixa	2,87
	TOTAL	29,19

Fonte: Produção do próprio autor

Com mudanças de layouts que deverão ser realizadas e inclusão de novos mobiliários dentro do novo posto de embalagem se torna possível trazer as atividades 5, 6, 7 e 8 onde originalmente eram executadas no posto de embalagem 3.

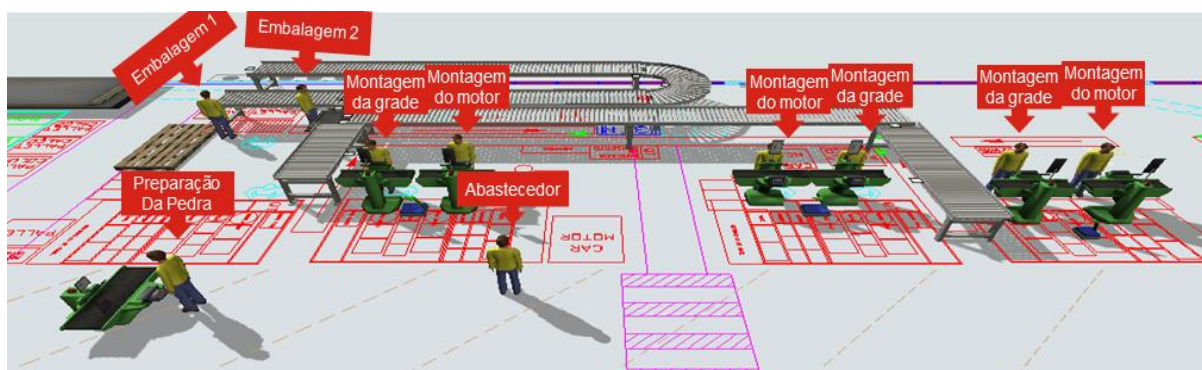
Figura 8: Linha de Montagem com foco no posto de embalagem.



Fonte: Produção do próprio autor

Conforme representado na Figura 8, após a distribuição de todas as atividades que eram executadas no posto de embalagem 3, e com a correta absorção de tais atividades nos postos 1 e 2 se torna possível a diminuição da mão de obra.

Figura 9: Linha de Montagem



Fonte: Produção do próprio autor

## 5.9 Avaliação de ergonomia

A avaliação de ergonomia desempenhou um papel crucial no projeto e na manutenção dos ambientes de trabalho para que fossem seguros, saudáveis e produtivos para os funcionários. Foi realizada análises por toda a linha para identificar pontos de melhoria na parte ergonômica utilizando a Análise Ergonômica Preliminar (AEP).

Figura 10: AEP do posto 3 de embalagem

Atividades Operacionais		Sim	Não	NA
1	Postura de trabalho em desvio extremo: alguma postura forçada ou desvio postural extremo que choca o analista pela posição muito errada de algum segmento corpóreo (exemplos: agachado fazendo força, ajoelhado com o tronco encurvado para frente, agachado ou ajoelhado com os membros superiores acima do nível dos ombros, carregando peso sobre a cabeça, com pressão de partes do corpo por superfícies rígidas ou com quinas vivas);	x		
2	Tronco encurvado para a frente ou torcido durante mais que 50% do ciclo ou jornada, com pouca probabilidade de mudar de posição e retornar à posição de equilíbrio, mesmo em pequeno grau de desvio;	x		
3	Trabalho de pé, parado, durante mais que 85% da jornada, com pouca possibilidade de se sentar;	x		
4	Posição sentada em cadeira muito ruim ou em posto de trabalho com desvios muito forçados;		x	
5	Esforços extremos evidenciados por observação do trabalho; (exemplos: usar marreta com grande esforço, usar alavancas com dispêndio de grande esforço, dar pancadas com grande esforço, puxar ou empurrar carrinho com peso excessivo ou com rodas em mau estado);		x	
6	Trabalhar e concluir em mais que 15.000 peças em um turno ou 1.800 peças por hora sem tempos previstos de recuperação de fadiga ou com rodízio ineficaz;		x	
7	Esforço nítido, com mãos, braços ou coluna, aplicando força extrema; utilização de pinça pulpar, pinça lateral ou pinça palmar com esforço nítido;	x		
8	Levantamento individual de algum peso superior a 25 kg;		x	
9	Levantar totalmente ou depositar com precaução alguma carga mais pesada que 15 kg em frequência maior que 2 vezes por minuto e/ou em distância horizontal entre os tornozelos e o centro de massa da carga maior que 60 cm;		x	
10	Empurrar ou puxar carrinhos ou transpaletas manuais com peso maior que 1500 kg ou maior que 700 kg em aclives, declives ou em condições nitidamente ruins do piso ou do equipamento;		x	
11	Ritmo intenso de trabalho mantido, tempo apertado, pressão de tempo, operação crítica com alto impacto na qualidade do produto sem disponibilização de tempo necessário, utilização rigorosa de metas de produção, impossibilidade de pausas voluntárias em trabalhos com alta demanda mental; algum outro fator de carga mental bem evidente;	x		
12	A forma de se realizar o trabalho predispõe para a ocorrência de acidentes;		x	
13	Alto nível de ruído, calor, vibração ou algum outro fator da Higiene Ocupacional bastante evidente;		x	
<b>Para Postos de trabalho Informatizados</b>				
1	Posto de trabalho improvisado, com dificuldade nítida de se usar o teclado, torcendo o pescoço para enxergar o monitor de vídeo ou com dificuldade de leitura de documento fonte ou não podendo encostar-se no espaldar da cadeira ou sem espaço adequado para as pernas;			x
2	Configuração do computador ultrapassada em relação à demanda atual de serviço do executante;			x
3	Aplicativos apresentando problema importante de performance;			x
4	Cadeira degradada ou inadequada para postos de trabalho informatizados;			x
5	Condição ambiental bastante inadequada: calor excessivo, frio excessivo, vibração, iluminação bastante inadequada, alto nível de ruído;			x
<b>Score de Atendimento</b>		5	8	5
		<b>62%</b>		
<b>Critérios de Interpretação</b>				
Verde 100% de Conformidade				
Amarelo Entre 70% - 99% de Conformidade				
Vermelho Entre 40% - 69% de Conformidade				
Roxo Abaixo de 40% de Conformidade				
<b>Anotações</b>				
Risco de tropeço devido ao degrau causado pela plataforma				
Flows racks não atendendo os requisitos ergonômicos				
<b>Considerações Finais</b>				
Posto reprovado de acordo com a NR17				
Yves Guilherme / Ruan Rocha				
Responsável pela Análise				

Fonte: Produção do próprio autor

Conforme mostrado na Figura 10, a análise do posto 3 de trabalho responsável pela embalagem do ventilador de pedestal revela condições ergonômicas inadequadas para os operadores, apresentando desafios significativos. A falta de dispositivos e estruturas projetadas para promover a saúde e o conforto dos colaboradores é notável. A ausência de ajustes adequados nas mesas de trabalho e cadeiras, juntamente com a falta de tapetes anti-fadiga, contribui para uma postura desconfortável, aumentando o risco de desconfortos físicos a longo prazo.

Figura 11: AEP do novo posto 2 de embalagem

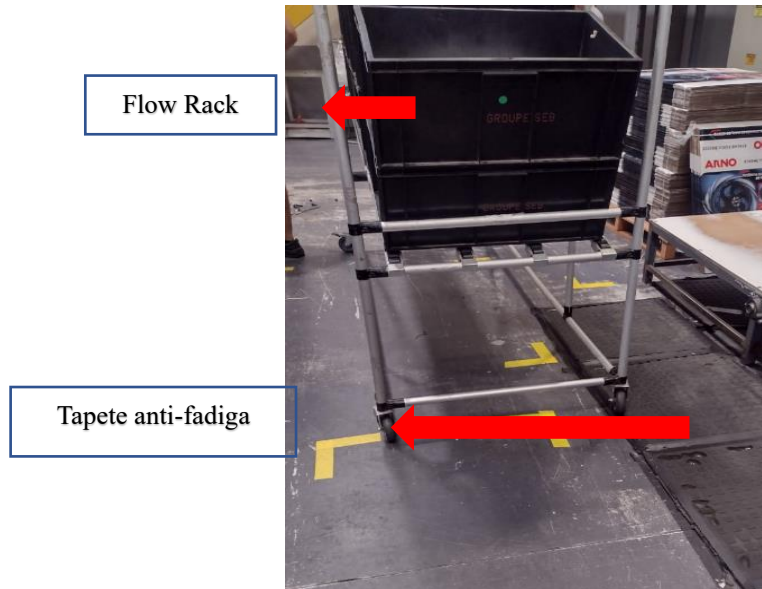
Atividades Operacionais		Sim	Não	NA
1	Postura de trabalho em desvio extremo: alguma postura forçada ou desvio postural extremo que choça o analista pela posição muito errada de algum segmento corpóreo ( <i>exemplos: agachado fazendo força, ajoelhado com o tronco encurvado para frente, agachado ou ajoelhado com os membros superiores acima do nível das ombros, carregando peso sobre a cabeça, com pressão de partes do corpo por superfícies rígidas ou com quinas vivas</i> );	x		
2	Tronco encurvado para a frente ou torcido durante mais que 50% do ciclo ou jornada, com pouca probabilidade de mudar de posição e retornar à posição de equilíbrio, mesmo em pequeno grau de desvio;		X	
3	Trabalho de pé, parado, durante mais que 85% da jornada, com pouca possibilidade de se sentar;	x		
4	Posição sentada em cadeira muito ruim ou em posto de trabalho com desvios muito forçados;		x	
5	Esforços extremos evidenciados por observação do trabalho; ( <i>exemplos: usar marreta com grande esforço, usar alavancas com dispêndio de grande esforço, dar pancadas com grande esforço, puxar ou empurrar carrinho com peso excessivo ou com rodas em mau estado</i> );		x	
6	Trabalhar e concluir em mais que 15.000 peças em um turno ou 1.800 peças por hora sem tempos previstos de recuperação de fadiga ou com rodízio ineficaz;		x	
7	Esforço nítido, com mãos, braços ou coluna, aplicando força extrema; utilização de pinça pulpar, pinça lateral ou pinça palmar com esforço nítido;		x	
8	Levantamento individual de algum peso superior a 25 kg;		x	
9	Levantar totalmente ou depositar com precaução alguma carga mais pesada que 15 kg em frequência maior que 2 vezes por minuto e/ou em distância horizontal entre os tornozelos e o centro de massa da carga maior que 60 cm;		x	
10	Empurrar ou puxar carrinhos ou transpaleteiras manuais com peso maior que 1500 kg ou maior que 700 kg em acíves, declives ou em condições nitidamente ruins do piso ou do equipamento;		x	
11	Ritmo intenso de trabalho mantido, tempo apertado, pressão de tempo, operação crítica com alto impacto na qualidade do produto sem disponibilização de tempo necessário, utilização rigorosa de metas de produção, impossibilidade de pausas voluntárias em trabalhos com alta demanda mental; algum outro fator de carga mental bem evidente;	x		
12	A forma de se realizar o trabalho predispõe para a ocorrência de acidentes;		x	
13	Alto nível de ruído, calor, vibração ou algum outro fator da Higiene Ocupacional bastante evidente;		x	
<b>Para Postos de trabalho Informatizados</b>				
1	Posto de trabalho improvisado, com dificuldade nítida de se usar o teclado, torcendo o pescoço para enxergar o monitor de vídeo ou com dificuldade de leitura de documento fonte ou não podendo encostar-se no espaldar da cadeira ou sem espaço adequado para as pernas;			x
2	Configuração do computador ultrapassada em relação à demanda atual de serviço do executante;			x
3	Aplicativos apresentando problema importante de performance;			x
4	Cadeira degradada ou inadequada para postos de trabalho informatizados;			X
5	Condição ambiental bastante inadequada: calor excessivo, frio excessivo, vibração, iluminação bastante inadequada, alto nível de ruído;			x
<b>Score de Atendimento</b>		<b>3</b>	<b>10</b>	<b>5</b>
		<b>77%</b>		
<b>Crítérios de Interpretação</b>				
Verde	100% de Conformidade			
Amarelo	Entre 70% - 99% de Conformidade			
Vermelho	Entre 40% - 69% de Conformidade			
Roxo	Abaixo de 40% de Conformidade			
<b>Anotações</b>				
Grandes esforços ainda realizados pelo colaborador devido a alta demanda de atividades porém com ritmo menor				
<b>Considerações Finais</b>				
Posto de acordo com a NR17				
Yves Guilherme / Ruan Rocha				
Responsável pela Análise				

Fonte: Produção do próprio autor

Na Figura 11, apresenta que o *score* de atendimento teve um aumento de 15% devido as mudanças realizadas na linha onde impactou diretamente nas fadigas dos operadores devido ao aumento do número de rodízios entre os operadores nos postos, na implementação de tapetes

ergonômicos e flowracks para acomodar os acessórios, onde antes eram inseridos conforme apresentado na figura X.

Figura 12: Imagem do novo posto 2 de Embalagem



Fonte: Produção do próprio autor

Após validação o último passo foi a atualização nos documentos de processos pois houve mudança não apenas nas cronologias das atividades, mas também no modo de fazê-las. Além das atualizações nos roteiros de fabricações para assim conseguir reduzir o custo de produção dos ventiladores.

A abordagem holística deste projeto demonstrou que a combinação de mudanças estruturais com a aplicação de ferramentas de gestão pode resultar em melhorias substanciais em vários aspectos. Os resultados obtidos não apenas elevaram a eficiência e a produtividade, mas também reforçaram a competitividade da empresa no mercado.

A adoção dessas práticas gerenciais também possibilitou o aumento da capacidade de produção da linha de ventiladores sem a necessidade de investimentos significativos em novos equipamentos ou instalações. Isso gerou uma melhoria operacional, e abriu espaço para realocar a mão de obra adicional que foi incorporada. Esse estudo ressalta a importância contínua da inovação e da adaptação às mudanças, não apenas para maximizar os lucros, mas também para criar ambientes de trabalho mais eficazes e sustentáveis.

A otimização de custos na mão de obra a R\$41,00 reais por hora pode gerar benefícios significativos no desempenho financeiro da empresa, pois cada operador gera um custo de R\$74.000,00. A redução dos custos operacionais, quando realizada de maneira eficiente,

contribuiu para margens de lucro mais saudáveis, permitindo à empresa investir em inovação, expansão e outras áreas cruciais para o crescimento sustentável.

Além disso, ao considerar a retirada de mão de obra, foi essencial avaliar como essa medida pode impactar a produtividade. Estratégias visaram à eficiência na alocação de recursos humanos podem resultar em processos mais enxutos e tempos de produção reduzidos. Isso não apenas diminui os custos associados ao tempo, mas também pode aumentar a capacidade produtiva da empresa, posicionando-a de maneira competitiva no mercado.

## 6 CONCLUSÃO

A simulação é uma técnica eficiente para avaliar e melhorar a produtividade em ambientes complexos. O software FlexSim foi empregado nas simulações de processos, permitindo testes de cenários alternativos, otimizando o uso de recursos e tomando decisões mais embasadas.

Em conclusão, este estudo de caso destacou os resultados significativos obtidos por meio da implementação da melhoria. A análise detalhada dos layouts das linhas de ventilação permitiu uma compreensão profunda da disposição espacial, destacando oportunidades latentes para refinamento e eficiência. A realização de Crono análises minuciosas e a aplicação da ferramenta Yamazumi demonstraram a importância da análise rigorosa de cada etapa do fluxo de trabalho, resultando em uma distribuição equilibrada das tarefas e na eliminação de gargalos.

A avaliação do status ergonômico dos postos antes e depois das mudanças trouxe à tona a importância da saúde e bem-estar dos operadores. As alterações realizadas visando melhorias ergonômicas não apenas aumentaram a satisfação e o conforto dos trabalhadores, mas também tiveram o potencial de reduzir riscos ocupacionais a longo prazo.

A atualização das folhas de processo e roteiros asseguram que essas melhorias pudessem ser reproduzidas e ampliadas de maneira consistente. Essa documentação, não só perpetua o conhecimento adquirido ao longo do estudo, mas também permite que outras equipes e organizações se beneficiem das descobertas e experiências acumuladas.

Os resultados financeiros obtidos, fruto da redução da mão de obra sem comprometer o nível de produção, ressaltam a eficácia dessas estratégias. A maximização da produtividade, aliada à otimização dos indicadores-chave de desempenho, demonstra que a busca pela excelência operacional pode estar alinhada com a obtenção de resultados financeiros sustentáveis.

Portanto, o estudo reforça que a busca contínua pela melhoria deve ser encorajada e integrada à cultura da empresa. A aplicação bem-sucedida das ferramentas de gestão de processos ilustra como uma abordagem estruturada e colaborativa pode resultar em aprimoramentos significativos nos processos, produtos e no sucesso geral da organização. A lição mais importante desse estudo é que a implementação de novas ideias não é apenas uma estratégia, mas sim um compromisso contínuo em evoluir, adaptar-se e prosperar no ambiente de negócios em constante mudanças.



## 7 INDICAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O estudo realizado neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) se concentrou na análise dos ganhos de mão de obra em uma empresa especializada na montagem de ventiladores. Ao longo desta pesquisa, foi possível explorar diversos aspectos que impactam diretamente a eficiência e produtividade dos colaboradores nesse contexto específico.

A investigação inicial destacou a importância da mão de obra no processo de montagem de ventiladores, identificando áreas que poderiam ser aprimoradas para otimizar a eficiência operacional. No entanto, é crucial reconhecer que este estudo não esgota todas as possíveis vertentes relacionadas ao tema, abrindo caminho para considerações futuras e desenvolvimentos adicionais.

Um ponto de interesse para pesquisas futuras é a investigação da automatização de processos não apenas na linha de montagem de ventiladores específicos, mas em outras categorias de produtos relacionados. A avaliação da viabilidade e implementação de tecnologias de automação pode ser estendida para abranger uma variedade de linhas de ventiladores, permitindo uma compreensão mais abrangente do potencial impacto dessa abordagem inovadora.

Ao ampliar o escopo deste estudo para além da montagem de ventiladores específicos, futuras pesquisas têm o potencial não apenas de enriquecer a compreensão dos ganhos de mão de obra, mas também de fornecer insights valiosos para aprimorar processos em diversas linhas de produtos, promovendo inovação e eficiência em todo o setor.

## 8 REFERÊNCIAS

ANDERSON, Marcelo; RIBEIRO, Eduardo. **Lean Manufacturing: O Guia Completo**. São Paulo: Atlas, 2018.

BALLESTERO, Maria. *Gestão da Qualidade, Produção e Operações*. 3ª. **São Paulo: ATLAS SA**, 2019.

IDA, Itiro. *Ergonomia - Projeto e Produção*. Disponível em: Minha Biblioteca, (2nd edição). Editora Blücher, 2005.

MARCOUSÉ, Ian; GILLESPIE, Andrew; SURRIDGE, Malcolm. **Gestão de operações**. Saraiva Educação SA, 2017.

SANTOS, Gilmar. **Produtividade e Lean Manufacturing**. Novas edições acadêmicas, 2018.

SHINGO, Shigeo. *Poka-Yoke: A prova de erros*.

OHNO, Taiichi. **Toyota production system: beyond large-scale production**. crc Press, 1988.

PRIKLADNICKI, Rafael; WILLI, Renato; MILANI, Fabiano. **Métodos ágeis para desenvolvimento de software**. Bookman Editora, 2014. Pg-142

WERKEMA, Crintina. *Lean seis sigma: introdução às ferramentas do lean manufacturing*. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Atlas, f. 60, 2022; Pg-40.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **Lean Thinking: A solução para o sucesso das empresas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. *A máquina que mudou o mundo: a história do sistema que revolucionou a produção e o mundo dos negócios*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.