



FACULDADES
DOM BOSCO

**LIVIA SILVA BALIEIRO
MARIA EDUARDA DE MELO MÁXIMO**

Proposta de melhorias através da padronização de processo: Um estudo de caso na montagem de componentes em uma linha de produção automotiva.

Resende - RJ
2023

**ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL DOM BOSCO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DOM BOSCO**

**Livia Silva Balieiro
Maria Eduarda de Melo Máximo**

Proposta de melhorias através da padronização de processo: Um estudo de caso na montagem de componentes em uma linha de produção automotiva.

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

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

B186 Balieiro, Livia Silva

Proposta de melhorias através da padronização de processo: um estudo de caso na montagem de componentes em uma linha de produção automotiva. / Livia Silva Balieiro; Maria Eduarda de Melo Máximo - 2023.

73f.

Orientador: Anderson Fernandes de Barros

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. Qualidade. 3. Lean Manufacturing. 4. Produção automotiva. I. Máximo, Maria Eduarda de Melo. II. Barros, Anderson Fernandes de. III. Faculdade de Engenharia de Resende. IV. Associação Educacional Dom Bosco. V. Título.

CDU 658.56(043)



**LIVIA SILVA BALIEIRO
MARIA EDUARDA DE MELO MÁXIMO**

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

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELA BANCA EXAMINADORA

BANCA EXAMINADORA:

Prof. (a).: ANDERSON FERNANDES DE BARROS
Orientador

Prof. (a).: DIEGO DA SILVA CARVALHO
Membro da Banca

Prof.(a).: RAFAEL CORRÊA GAMA DE OLIVEIRA
Membro da Banca

Novembro, 2023

Dedicamos este trabalho de modo especial às nossas famílias por investirem na nossa educação e nos apoiarem. Aos nossos professores por todo suporte e aos colegas que colaboraram de alguma forma, com todo nosso carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, fonte da vida e da graça por ter nos ajudado a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso, as nossas famílias e amigos por todo apoio e incentivo. Ao *Prof. Anderson Fernandes de Barros*, por ter sido nosso orientador e ter desempenhado tal função com excelência, dedicação e amizade e aos demais professores, pelas correções e ensinamentos que permitiram apresentar um melhor desempenho no processo de formação profissional ao longo do curso. Por fim, a todos que participaram direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa e com quem convivemos ao longo dessa graduação, enriquecendo o processo de aprendizado e que certamente tiveram impacto na nossa formação acadêmica.

“Busquem, pois, em primeiro lugar o Reino de Deus e a sua justiça, e todas essas coisas lhes serão acrescentadas.”

Mateus 6:33

RESUMO

Em busca de melhorar sua competitividade no mercado, uma organização deve obrigatoriamente estabelecer a excelência operacional de seus processos, através do conceito de mentalidade enxuta uma organização que adere aos seus fundamentos está em constante busca pela excelência. No estudo de caso, apresentado, foram identificadas algumas células de trabalho que apresentam despadronização em relação ao projeto de processo estabelecido. Concentraremos nossa atenção na célula que demonstra maior criticidade, pois nela estão concentrados desafios relacionados à qualidade, padronização de procedimentos e tempo. Essas questões estão interconectadas com os indicadores que medem a eficiência operacional, produtividade, flexibilidade, clima organizacional e qualidade. O presente trabalho tem como propósito o estudo e aplicação das ferramentas do *Lean*, para otimizar a eficiência de uma célula de trabalho, através do mapeamento de todo o processo de produção dela. As metodologias adotadas foram baseadas em pesquisas bibliográficas quali-quantitativas na qual envolvem o mapeamento dos processos de células de trabalho, realização do estudo de tempos através da ferramenta de cronoanálise, apresentação das melhorias da célula após a realização do balanceamento das operações e padronização do processo, pensamento enxuto e *Lean Manufacturing*. Deste modo, foi possível implementar melhorias na célula de trabalho estudada, em que contribuíram com uma redução de 14,47% no indicador que mede a performance da qualidade no processo produtivo e 0,9% no indicador que faz a medição da quantidade de veículos que quebram o fluxo produtivo para realização de retrabalhos. Além dos ganhos em qualidade, também foi possível obter ganhos em relação a equidade da carga de trabalho dos operadores.

PALAVRAS-CHAVE: Mentalidade Enxuta. Lean Manufacturing. Cronoanálise. Eficiência Operacional.

ABSTRACT

In search of improving its competitiveness in the market, an organization must establish the operational excellence of its processes, through the concept of lean competence, an organization that adheres to its fundamentals is in constant search for excellence. In the case study under study, some work cells were identified that present destandardization in relation to the design of the established process. We will focus our attention on the cells that demonstrate the greatest criticality, as challenges related to quality, standardization of procedures and time are concentrated there. These issues are interconnected with indicators that measure operational efficiency, productivity, flexibility, organizational climate, and quality. The present work aims to study and apply Lean tools to improve the efficiency of a work cell, through mapping its entire production process. The methodologies adopted were based on qualitative and quantitative bibliographical research which involved mapping work cell processes, carrying out time studies using the chrono analysis tool, presenting improvements in cells after balancing operations and standardizing the process, Lean Thinking and Lean Manufacturing. In this way, it was possible to implement improvements in the studied work cell, which contributed to a reduction of 14.47% in the indicator that measures quality performance in the production process and 0.9% in the indicator that measures the number of vehicles that they break the production flow to carry out rework. In addition to quality gains, it was also possible to obtain gains in relation to the fairness of the operator's workload.

KEYWORDS: Lean Thinking. Lean Manufacturing. Chrono Analysis. Operational Efficiency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Todas as operações são processos de input – transformação – output.....	21
Figura 2 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção.....	23
Figura 3 – Trabalho sem padrão versus padronizado.....	31
Figura 4 – Tempo do Ciclo para uma Linha ou Célula de Produção.....	35
Figura 5 – Tipos de fluxogramas utilizados em operações industriais.....	39
Figura 6 – Aprendendo a enxergar muda.....	41
Figura 7 – Fluxograma de metodologia de pesquisa.....	47
Figura 8 – Fluxograma de processo do posto 16 FR.....	51
Figura 9 – Fluxograma de processo do posto 17 FR.....	52
Figura 10 – Folha POP analisada na condição anterior.....	58
Figura 11 – Folha POP na condição após melhorias implementadas.....	61
Figura 12 – Fluxo de treinamento.....	62
Figura 13 – Folha de validação de operador.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre as produções artesanal, em massa e enxuta.....	20
Tabela 2 – Coeficientes de distribuição normal.....	30
Tabela 3 – Coeficiente de D2 para o número de cronometragens iniciais.	30
Tabela 4 – Simbologia de Fluxogramas para processos industriais.....	38
Tabela 5 – Cronoanálise do posto 16 FR.....	54
Tabela 6 – Cronoanálise do posto 17 FR.....	55
Tabela 7 – Comparativo Folha POP, Operador 1 e Operador 2.....	57
Tabela 8 – Cronoanálise do posto 16 FR após melhoria implementada.....	59
Tabela 9 – Cronoanálise do posto 17 FR após melhoria implementada.....	60

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Cálculo de ciclos a serem cronometrados.....	29
Equação 2 – Cálculo de Takt time.....	34
Equação 3 – Cálculo de tempo de ciclo.....	35
Equação 4 – Cálculo de engajamento (%) operacional.....	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico de Yamazumi.....	36
Gráfico 2 – Gráfico de comparação do retrabalho x Meses.....	49
Gráfico 3 – Gráfico de Pareto dos tipos de defeitos	50
Gráfico 4 – Gráfico de Yamazumi da linha produtiva estudada.....	56
Gráfico 5 – Gráfico de Yamazumi da linha produtiva estudada após melhorias.....	61
Gráfico 6 – Gráfico de ganhos obtidos	64
Gráfico 7 – Gráfico de Pareto de defeitos após melhorias implementadas	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGV	Automated Guided Vehicle
AV	Value Adding Activities
FR	Frontal
GBO	Gráfico de Balanceamento de Operadores
ISO	International Organization for Standardization
JIT	Just in Time
JPH	Job Per Hour
MP	Matéria Prima
NAV	Non Value Adding Activities
NBR	Norma Brasileira Registrada
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PA	Produto Acabado
POP	Procedimento Operacional Padrão
STP	Sistema Toyota de Produção
TC	Tempo de Ciclo
TPS	Toyota Production System
TWI	Training Within Industry

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	SITUAÇÃO PROBLEMA.....	16
1.2	JUSTIFICATIVA.....	16
1.3	OBJETIVOS.....	16
1.3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	17
2	REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1	SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	18
2.1.1	CONTEXTO HISTÓRICO	18
2.1.2	SISTEMAS DE MANUFATURA	20
2.2	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	21
2.2.1	ELEMENTOS QUE CONSTITUEM O SISTEMA TOYOTA.....	22
2.2.2	JUST IN TIME E AUTONOMAÇÃO	23
2.3	LEAN THINKING.....	24
2.4	FILOSOFIA LEAN	26
2.5	ESTUDO DE TEMPOS	27
2.5.1	ESTUDO DE TEMPOS	27
2.5.2	CRONOANÁLISE	28
2.6	TRABALHO PADRONIZADO	30
2.7	PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRÃO.....	32
2.8	BALANCEAMENTO	33
2.8.1	TAKT TIME	34
2.8.2	TEMPO DE CICLO	35
2.8.3	GRÁFICO DE YAMAZUMI.....	36
2.9	FLUXOGRAMA	37
2.10	OS TIPOS DE DESPERDÍCIOS.....	40
2.10.1	MUDA	40
2.10.2	OS OITO DESPERDÍCIOS	41
2.11	TREINAMENTO	43
2.12	INDICADORES DE QUALIDADE	44
3.	METODOLOGIA	46
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48

4.1	ETAPA 1: CONHECIMENTO DAS CÉLULAS DE MONTAGEM.....	48
4.2	ETAPA 2: ELABORAÇÃO DO FLUXOGRAMA DE PROCESSO.....	50
4.3	ETAPA 3: REALIZAÇÃO DA CRONOANÁLISE.....	53
4.4	ETAPA 4: APLICAÇÃO DO GRÁFICO DE YAMAZUMI.....	55
4.5	ETAPA 5: ANÁLISE DE POP.....	56
4.6	ETAPA 6: MELHORIAS IMPLEMENTADAS NO PROCESSO.....	58
5.	CONCLUSÃO.....	65
6.	INDICAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	66
	REFERÊNCIAS	67
	ANEXO A	71
	ANEXO B	72
	ANEXO C	73

1 INTRODUÇÃO

Para conceder sustentabilidade ao negócio e manter a competitividade do mercado, o modelo de sistema produtivo ainda enfrenta muitos desafios. No segmento automotivo, algumas empresas veem esses desafios como oportunidades de melhoria, através do aperfeiçoamento e inovação de seus produtos e processos.

Em se tratando de mentalidade enxuta, uma empresa a qual utiliza seus princípios tende a constante busca para a melhor qualidade, menor custo, estabilidade, menor prazo, padronização e garantia da qualidade no posto de trabalho (*built-in-quality*). Ou seja, as empresas que adotam essa mentalidade têm como características principais os conceitos de valor, cadeia de valor, fluxo contínuo, fluxo puxado e perfeição. Mas, além do foco no cliente, para manter os colaboradores engajados, disponibilizar uma boa condição de trabalho é um fator que influencia diretamente na posição de ocupação da empresa em relação à competitividade na indústria automotiva.

De acordo com Liker, (2004), as ferramentas do *Lean Manufacturing* ajudam a criar uma cultura de melhoria contínua e a maximizar o valor entregue ao cliente, eliminando desperdícios, reduzindo tempos de ciclo e melhorando a qualidade dos produtos e serviços, em outros termos a utilização das ferramentas do *Lean* possibilitam a criação de soluções que tornem a produção mais ágil, padronizada e eficiente.

O Sistema Toyota de Produção se consolidou como um modelo precursor do *Lean Manufacturing*, ambos compartilham muitas das mesmas filosofias e técnicas, e o *Lean* é frequentemente referido como a evolução do Sistema Toyota de Produção (STP). Os dois sistemas enfatizam a importância de produzir apenas o que é necessário, eliminar desperdícios, estabelecer fluxos de produção suaves e contínuos, permitir que a demanda do cliente puxe a produção, e buscar continuamente a melhoria dos processos.

Conforme Black (1998), a melhoria contínua dos processos produtivos é essencial para as empresas se manterem competitivas em um mercado em constante mudança. Com a crescente demanda por produtos e serviços de qualidade, os clientes estão cada vez mais exigentes e a eficiência dos processos produtivos é fundamental para atender às suas expectativas. A melhoria contínua permite que as empresas identifiquem e eliminem ineficiências, reduzam os custos, aumentem a produtividade e ofereçam produtos e serviços de alta qualidade, que atendam às necessidades dos clientes de forma ágil e eficiente.

Considerando esse contexto como sistemática principal, o presente estudo de caso é aplicado em uma indústria automotiva no segmento de montagem de carros, localizada no

interior do estado do Rio de Janeiro. Tendo como objetivo estudar, analisar e propor, através das Ferramentas do *Lean*, a garantia da qualidade do produto, a melhoria da eficiência operacional e do indicador de produtividade. Podendo evidenciar através dos estudos realizados os possíveis ganhos no processo de uma linha de montagem.

1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA

Atualmente, no estudo de caso que está sendo analisado, há algumas células de trabalho que estão despadronizadas conforme o projeto de processo. Principalmente a célula de montagem do motor do limpador dianteiro. Logo estudaremos a célula onde há uma maior criticidade envolvendo problemas ligados à qualidade, padronização de processos e tempo. Tais problemáticas têm sinergia com os indicadores de eficiência operacional, produtividade, flexibilidade, clima organizacional e qualidade.

1.2 JUSTIFICATIVA

Considerando o problema de pesquisa, o estudo se justifica pela possibilidade de adoção dos princípios de *Lean Thinking* e ferramentas do *Lean Manufacturing*. Com isso, a importância de estudar, analisar e propor melhorias de processos dessa célula de trabalho, fará com que os desperdícios sejam eliminados, a produtividade seja maximizada e a organização não seja impactada com problemas de qualidade referentes a montagem dessa operação.

1.3 OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho tem como propósito o estudo e aplicação das ferramentas do *Lean*, para otimizar a eficiência de uma célula de trabalho e eliminar o problema de qualidade encontrado, através do mapeamento de todo o processo de produção dela. Em seguida, realizou-se um estudo de tempos e movimentos através da ferramenta de cronoanálise, a fim de identificar possíveis gargalos e oportunidades de melhoria na linha de produção.

1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Mapear o processo da célula de trabalho;
- Realizar o estudo de tempos através da ferramenta de cronoanálise;

- Identificar e propor a eliminação de desperdícios e problemas de qualidade através de aplicabilidade de metodologias e ferramentas;
- Apresentar as melhorias da célula após a realização do balanceamento das operações e padronização do processo.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Com o intuito de apresentar o estudo de caso de forma clara e objetiva, descrevemos a seguir a organização do trabalho.

No primeiro Capítulo, abordaremos a apresentação do conteúdo, discutiremos as razões que levaram à escolha deste tema para investigação e esboçar os objetivos gerais e específicos que orientam a criação deste material.

O Capítulo dois se concentrou no fundamento teórico, que consiste na investigação realizada para validar o conteúdo deste trabalho, embasando-o por meio de citações de autores de destaque que são especialistas nos conceitos abordados neste estudo de caso. Dentro deste Capítulo, examinamos cuidadosamente as fontes de referência sobre os conceitos dos sistemas de produção e as exploratórias da filosofia *Lean Manufacturing*, apresentando seus princípios, pilares, objetivos e ferramentas além da importância dos indicadores de qualidade, a cronoanálise, balanceamento e fluxograma.

No decorrer do terceiro Capítulo, serão discutidos os materiais e métodos empregados na pesquisa para a coleta de dados. Este estudo incluiu pesquisas bibliográficas, pesquisas exploratórias, pesquisas descritivas e mapeamento de fluxo. Isso assegurou a disponibilidade de todos os indicadores necessários para análise, permitindo a aplicação de ferramentas do Lean Manufacturing na busca por aprimoramentos no processo de utilização, assim como a aplicação de estudo de tempo e balanceamento.

Já no quarto Capítulo, serão exibidos os resultados obtidos e a análise realizada a partir dos dados coletados por meio dos métodos de pesquisa empregados.

Para concluirmos o trabalho, apresentamos os demais Capítulos, nomeadamente a conclusão, as referências e os anexos, marcarão a conclusão deste trabalho. Esses Capítulos conterão, em sequência, a reflexão da equipe ao término do estudo de caso, a lista de referências de artigos e sites usados para embasar a pesquisa, e a exposição detalhada dos tópicos que foram tratados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este presente Capítulo apresenta o referencial teórico sobre as metodologias aplicadas no estudo de caso para propor uma reformulação no processo que visa melhorar e compreender os tempos de execução, padronizar o processo e assistir no aumento de produtividade das células de trabalho.

2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

2.1.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Para Laugeni e Garcia (2015), a atribuição produção, compreendida como o grupo de tarefas que levam à conversão de um bem tangível em outro com maior utilidade, acompanha o homem desde sua origem. Desde o período pré-histórico quando o homem polia a pedra visando de transformá-la em utensílio mais eficaz, ele já estava envolvido ativamente em atividades de produção.

Ainda de acordo com Laugeni e Garcia (2015) com o passar do tempo, muitas pessoas se mostraram com extrema destreza na produção de determinados bens e passaram a manufaturá-los segundo as solicitações e exigências apresentadas por terceiros. Essa evolução resultou no surgimento dos primeiros artesãos e em formas iniciais de organização da produção, a partir daí, os artesãos passaram a determinar prazos para a entrega, organizar as prioridades, atendendo às especificações estabelecidas e fixando valores para os produtos que haviam sido encomendados.

Muitas evoluções foram observadas ao longo da história na produção artesanal em virtude da grande quantidade de encomendas, o que acabou gerando a necessidade de contratação de auxiliares para a equipe, inicialmente esses auxiliares assumiram somente as atividades mais pesadas e de menor responsabilidade. Com o tempo, à medida que adquiriam habilidades no ofício iam se tornando novos artesãos.

Com o surgimento da Revolução Industrial e a criação das máquinas a vapor, a produção artesanal entrou em extinção, foi iniciado o processo de transição do trabalho com força braçal pelo trabalho com maquinários. Estes artesãos até o presente momento trabalhavam de forma autônoma em suas próprias oficinas, passaram a ser contratados para formar equipes nas primeiras fábricas. Estabeleceu-se então uma revolução na forma de fabricação dos produtos trazendo consigo algumas especificações (SLACK; CHAMBERS, 2002).

Corrêa *et al.* (2022) contam no livro “*Administração da Produção e Operações*” quando se explora as origens da área de gestão de operações como é reconhecida na atualidade, é comum enfatizar o século XX, destacando as contribuições de personalidades como Frederick Taylor, Henry Ford, o casal Gilbreth e de outros que surgiram posteriormente. Todos tornaram-se muito importantes e desempenharam papéis fundamentais para o desenvolvimento e para a aceitação do conceito chamado produção em massa e da área como um todo.

Os americanos Henry Ford (*Ford Motor Company*) e Alfred Sloan (*General Motors*) foram os principais líderes da transformação da produção artesanal em produção em massa. A determinação de Henry Ford para maximizar a produção e diminuir os montantes dos produtos tinha como objetivo alcançar diferentes estratos sociais e impulsionar a expansão do mercado automobilístico, isso fez com que ele investisse em dois fatores previamente não explorados, que eram a intercambialidade de peças na linha de montagem e a sua facilidade de ajustes e de montagem (WOMACK, JONES & ROOS, 1992).

A produção em massa, considerada a grande inovação do século XX, empregava trabalhadores cuja sua mão de obra era extremamente especializada e suas máquinas capazes de desempenhar apenas uma única tarefa, o que resultava no aumento de volume produzido em detrimento da variedade de produtos. “Além disso, o produtor em massa utilizava muitas reservas (trabalhadores, estoque, espaço extra) para assegurar a produção contínua, o que acabava gerando desperdícios” (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

Segundo Zimmermann *et al.* (2000) os conceitos da produção em massa permaneceram dominantes durante um longo período, até que os consumidores passaram a buscar uma maior variedade de produtos e exigir níveis cada vez mais altos de qualidade, fazendo com que um novo conceito de produção promovesse a segunda grande transformação de como produzir bens.

De acordo com Godinho Filho *et al.* (2004), foram Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota, que perceberam que a manufatura em massa não funcionaria no Japão e, então, adotaram uma nova abordagem para a produção, a qual objetivava a eliminação de desperdícios, como citado por Womack *et al.* (1992) no livro “*A máquina que mudou o mundo*”. Godinho Filho *et al.* (2004) também contam que essa nova perspectiva passou a ser conhecida como Sistema Toyota de Produção.

James-Moore e Gibbons (1997) citam que apesar do STP muitas vezes ser entendido como algo novo, na verdade, muitos de seus princípios são trabalhos de pioneiros como Deming, Taylor e Skinner. Foi Womack *et al.* (1992) que apresentaram o STP no Ocidente, sendo que esses autores o reconhecem como Manufatura Enxuta.

Este novo modelo de produção não apenas potencializa a eficiência, mas também potencializa a flexibilidade, tornando-se mais ágil, inovador e mais bem preparado para enfrentar as mudanças de mercado. A manufatura enxuta emprega equipes de operadores multifuncionais em todos os escalões da organização, além de maquinários flexíveis e automatizados para produzir em alta performance um grande volume de produtos e uma vasta variedade (WOMACK & JONES, 2004).

Posteriormente, a Tabela 1 ilustra as principais disparidades entre os sistemas produtivos previamente delineados: produção artesanal, produção em massa e produção enxuta.

Tabela 1 - Comparação entre as produções artesanal, em massa e enxuta

	ARTESANAL	EM MASSA	ENXUTA
PRODUTO	Individualizado	Padronizado	Modularizado
VARIEDADE	Alta	Baixa	Alta
PRODUÇÃO	Encomenda	Empurrada	Puxada
VOLUME PRODUZIDO	Baixo	Foco no volume (alto)	Alto, se existir demanda
FERRAMENTAS	Simples e flexíveis	Grandes e pouco versáteis	Flexíveis
QUALIDADE	Na medida do possível	Na inspeção	Na fonte
TRABALHADOR	Altamente especializado	Semi qualificado, trabalho monótono	Qualificado e multifuncional
CUSTO	Alto	Baixo	Mais baixo ainda

FONTE: Adaptado de Lisiane Cristina Nito (2010)

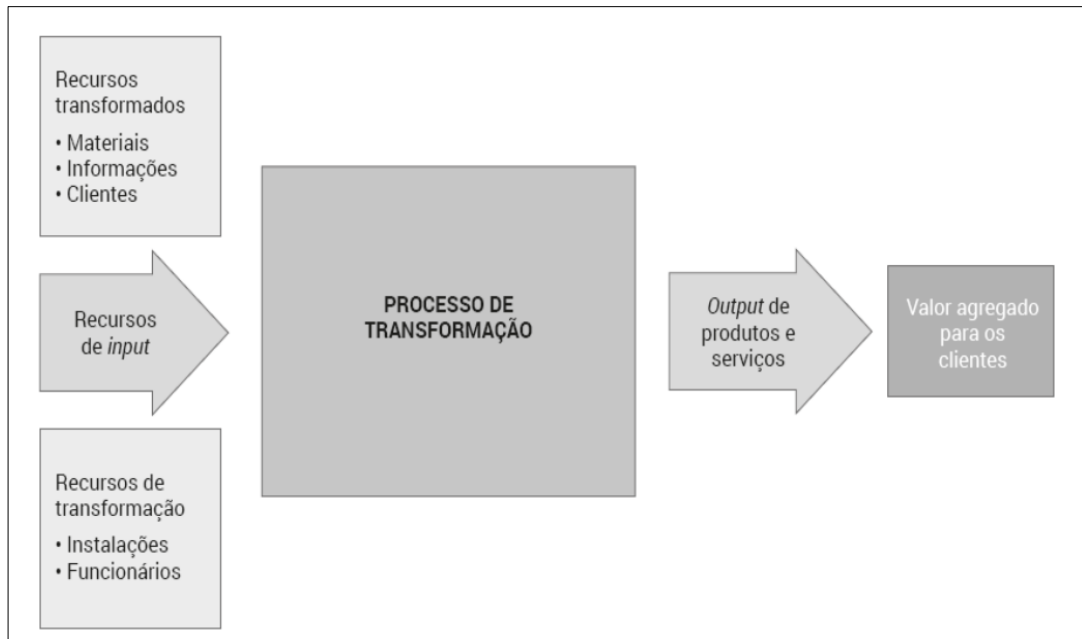
2.1.2 SISTEMAS DE MANUFATURA

De forma mais ampla, pode-se dizer que um sistema de produção recebe um conjunto de insumos como materiais, informações, energia etc., através das quais esses insumos, que também podem ser chamados de entradas, serão fisicamente transformados e adquirirão valor agregado por meio da interação de um conjunto de elementos complexos, como máquinas e pessoas, o que trará como resultado produtos finais, processo mais conhecido como saída: produtos acabados, concedidos de forma direta aos consumidores, ou produtos semiacabados que serão empregados pelos clientes na produção de outros itens acabados (BLACK, 1998).

Segundo o entendimento de Slack et. al (2018) todas as operações criam e entregam serviços e produtos pela transformação de *inputs* (entradas) em *outputs* (saídas), usando o

processo “*input – transformação – output*”. A Figura 1 exemplifica que em todo tipo de processo tem inputs de recursos destinados à transformação, e estes são utilizados para gerar produtos e serviços.

Figura 1 - Todas as operações são processos de input – transformação – output



FONTE: Slack et. al (2018), Administração da Produção

De maneira objetiva, pode-se afirmar que os sistemas de manufatura são responsáveis por aumentar efetivamente o valor ao produto, uma vez que desempenham um papel fundamental na transformação do objeto de trabalho, partindo de uma condição inicial de matéria-prima, ou de componente intermediário, até chegar a uma etapa final de produto acabado ou componente definitivo (ANTUNES, J., 2011).

2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Para Monden, Yasuhiro (2015) a *Toyota Motor Corporation* desenvolveu e difundiu o Sistema Toyota de Produção, que foi posteriormente adotado por muitas empresas japonesas como resposta à crise do petróleo ocorrida em 1973. De acordo com as palavras de Ghinato, P. (1995) o impacto resultou na deterioração da capacidade competitiva das empresas industriais estruturadas segundo o modelo de produção em massa. Era uma necessidade urgente encontrar um modelo substituto capaz de enfrentar as novas condições de contorno.

Ghinato, P. (1995) também diz que neste momento, a utilização de conceitos inovadores que questionavam algumas premissas fundamentais do gerenciamento convencional se tornou mais evidente. O *Just-in-Time* (JIT) e o Kanban foram prontamente reconhecidos como os elementos cruciais da eficácia e sucesso do STP.

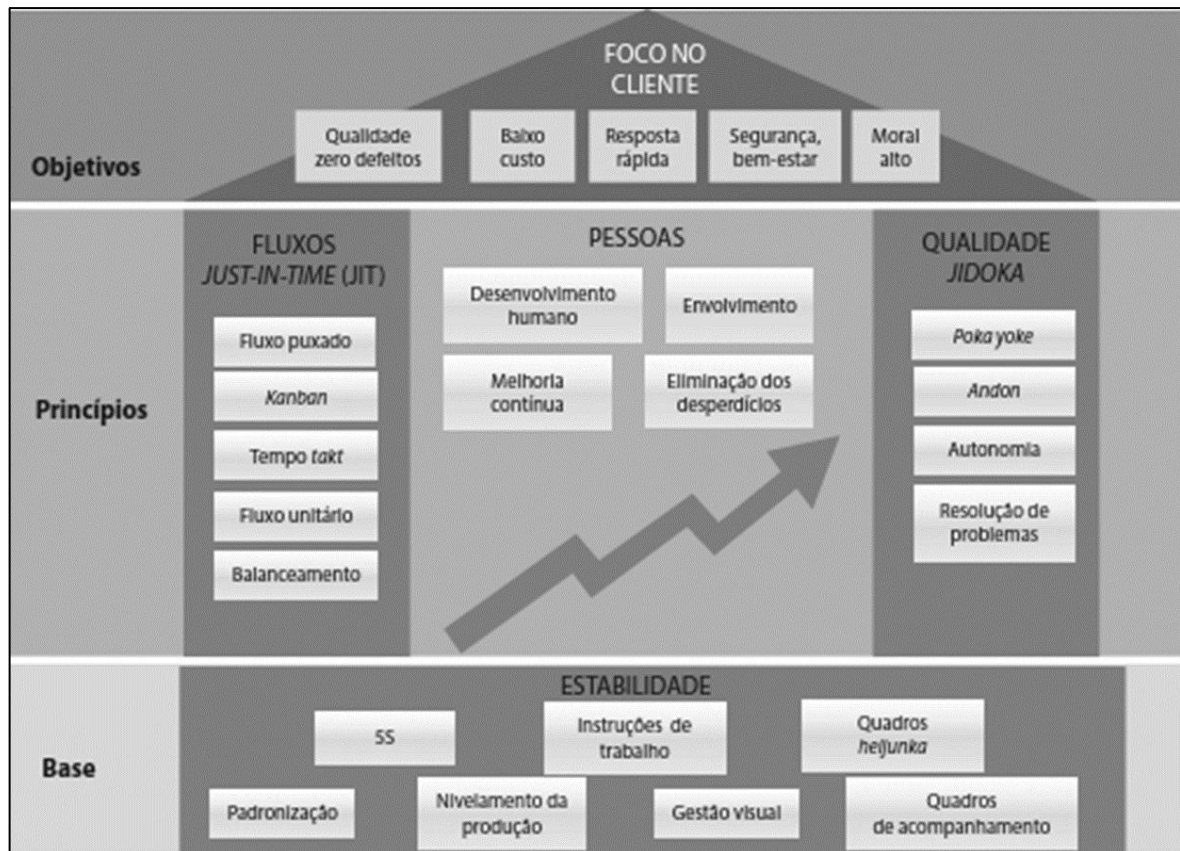
Em outras palavras, o Sistema Toyota de Produção representa um método viável para a produção de produtos, uma vez que serve como uma ferramenta eficaz para atingir o resultado principal: o ganho financeiro. Para alcançar este propósito, a principal meta do Sistema Toyota de Produção é a redução de custos, o que leva a um aumento na produtividade (MONDEN, Y., 2015).

Segundo Liker (2005), o êxito da Toyota promoveu um prestígio de qualidade percebida pelos seus consumidores, isto é, as pessoas podiam confiar que um veículo Toyota funcionaria adequadamente desde o início e continuaria a operar de maneira consistente, sem enfrentar problemas. Essa fama, só se tornou possível devido a mudança das operações em uma vantagem competitiva e estratégica, que se apoiava em ferramentas e métodos de melhoria contínua na manufatura, como o: JIT, JIDOKA, Kaizen, fluxo contínuo, e outras. Essas técnicas desempenharam um papel crucial na implementação da revolução da produção enxuta. Em resumo, o principal objetivo do sistema é eliminar, através de atividades de aprimoramento, vários tipos de desperdícios que se encontram ocultos dentro de uma companhia (MONDEN, YASUHIRO, 2015).

2.2.1 ELEMENTOS QUE CONSTITUEM O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Diedrich, H. (2002) diz que entre as décadas 40 e 70, a *Toyota Motor Company Ltd.* desenvolveu e instituiu uma série de procedimentos e sistemas para implementar o JIT e a autonomia. Podemos observar os componentes que formam o STP, acompanhados por seus dois principais pilares de sustentação: o JIT e a autonomia, conforme mostra a Figura 2:

Figura 2 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção



FONTE: CASARIN, N.; TABOADA, C, (2012)

Além de seus dois pilares fundamentais, *just-in-time* e automação, o STP possui uma base que é de extrema relevância para garantir seu funcionamento eficaz (FALCÃO, 2001).

2.2.2 JUST-IN-TIME E AUTONOMAÇÃO

Conforme Monden, Y. (2015) um fluxo contínuo de manufatura através da organização ou da cadeia de suprimentos, juntamente com a capacidade de se ajustar às variações na demanda por quantidade e variedade, são alcançados por meio da incorporação de dois conceitos essenciais: *just-in-time* e automação. Esses dois conceitos constituem os pilares essenciais do Sistema Toyota de Produção.

Em japonês, as palavras para *just-in-time* significam “no momento certo”, “oportuno”. Uma melhor tradução para o inglês seria *just-on-time*, ou seja, “em tempo”, “exatamente no momento estabelecido”. *In time*, em inglês, significa “a tempo”, ou seja, “não exatamente no momento estabelecido, mas um pouco antes, com uma certa folga” (SHINGO, S.,1996).

Diedrich, H. (2002) relata que no processo de implementação do sistema *Just-in-time*, as peças adequadas e essenciais para a manufatura de um específico item devem chegar à linha de fabricação no preciso momento em que são requeridas, e apenas na quantidade necessária.

Monden, Y. (2015) conta que a autonomia, em japonês conhecido como “*Ninben-no-aruru Jidoka*”, que costuma ser abreviado como *jidoka* pode ser compreendido de maneira ampla como o controle autônomo de falhas ou defeitos. Essa abordagem colabora com o JIT, evitando a produção de unidades defeituosas provenientes de etapas anteriores, garantindo que unidades defeituosas originárias de etapas anteriores não sejam criadas e impactem negativamente as fases posteriores do processo. "A autonomia ("*Jidoka*") é a autonomia com o toque humano; significa a transferência de inteligência humana para uma máquina" (OHNO; 1997, p.129).

Diniz, M. V. (2004) relata que através da autonomia, evita-se a produção de itens defeituosos e a ocorrência de superprodução, uma vez que, ao identificar qualquer inconformidade, a linha de produção é interrompida automaticamente, e grupos responsáveis por solucionar problemas entram em ação para solucionar o problema.

O *Jidoka* e JIT são os pilares da filosofia, eles estão apoiados nas bases de Estabilidade e Padronização, na qual tem como ferramentas a melhoria contínua, gerenciamento visual, trabalho padronizado e nivelamento de produção, essas ferramentas fornecem suporte para garantir a estabilidade e alicerçar a base do STP.

2.3 LEAN THINKING

O surgimento do pensamento enxuto se deve basicamente à fabricante automotiva Toyota. Após a Segunda Guerra Mundial, a fábrica da Toyota ainda mantinha o sistema de produção em massa, alinhando-se aos padrões das fábricas de Henry Ford, consideradas naquela era como as mais eficazes globalmente. A problemática enfrentada pela Toyota estava no fato de que sua abordagem de produção em massa resultava em um considerável número de defeitos, o que gerava insatisfação entre os consumidores e levava a uma crescente demanda por melhorias na qualidade dos produtos. Assim, surgiu o TPS (*Toyota Production System*), cujo objetivo principal era a redução dos desperdícios nas fábricas da empresa, com a intenção de ampliar a eficiência. Para Shingo (1996) a Toyota tinha a responsabilidade de implementar medidas preventivas nas suas unidades de fabricação, visando uma diminuição considerável tanto no índice de acidentes quanto de defeitos, beneficiando assim a empresa.

Moreira, Sónia Patrícia da Silva *et al.* (2011) contam que o *Lean Thinking* ou Pensamento Enxuto, consiste em definir o valor de maneira assertiva, planejar a melhor sequência de ações que agregam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda a vez que solicitadas e aprimorá-las continuamente para maior eficácia. Em suma, o Pensamento Enxuto é denominado "*Lean*" porque representa a abordagem para alcançar resultados cada vez mais significativos, utilizando recursos cada vez mais limitados.

De acordo com Womack e Jones (1996), o *Lean Thinking*, surgiu como uma perspectiva de pensamento que passou a ser adotada por organizações buscando implementar o Lean, com o propósito de atingir os objetivos estabelecidos. Neste seguimento, Womack e Jones (1996) identificaram cinco princípios essenciais para esta implementação:

- Valor: Estabelecer o que representa valor - o valor só pode ser definido pelo cliente final, define o que o próprio está disposto a pagar. Cada empresa tem uma definição de valor diferente das restantes.
- Fluxo de Valor: Identificar o fluxo de valor - todas as ações necessárias para produzir um artigo e levá-lo até ao cliente. As ações são classificadas em ações de valor acrescentado, ações de valor não acrescentado, mas necessárias e, ações de valor não acrescentado. As ações de valor não acrescentado devem ser eliminadas ou reduzidas.
- Fluxo Contínuo: Torna o fluxo contínuo, evitando desperdícios como esperas, movimentações desnecessárias, entre outros.
- Sistema *Pull*: Produção puxada – ser o cliente a determinar e a iniciar a produção, um posto de trabalho não pode produzir até que o posto seguinte conceda autorização para tal.
- Perfeição: Busca contínua por algo maior e melhor (melhoria contínua). Não existe um fim neste processo de diminuir custos, recursos e desperdícios. Representa nunca ficar satisfeito com aquilo que foi atingido.

Segundo Pascal Dennis (2011), a base do sistema *lean* é estabilidade e padronização. As paredes são a entrega de peças e produtos *just-in-time* e *jidoka*, a autonomia com uma mente humana. A meta (o telhado) do sistema é o foco no cliente: entregar a mais alta qualidade para o cliente ao mais baixo custo, no lead time mais curto. O coração do sistema é o envolvimento: membros de equipe flexíveis e motivados, constantemente à procura de uma forma melhor de fazer as coisas.

2.4 FILOSOFIA LEAN

Através da perspectiva de Cristina Werkena (2007), nos anos de 1950, executivo da Toyota, Taiichi Ohno, iniciou a concepção e implementação de um sistema de produção que direcionava sua atenção primordial para identificar e eliminar desperdícios, com o intuito de diminuir custos e ampliar tanto a qualidade quanto a rapidez na entrega do produto aos clientes.

O *Lean Manufacturing* é reconhecido como um sistema de manufatura, que se destaca principalmente por sua flexibilidade, trazendo ganhos notáveis em melhorias nas linhas manufatureiras ao lidar com procedimentos de produção em lotes pequenos, isso é alcançado por meio de métodos que auxiliam na detecção de desperdícios, atendendo às exigências do mercado (CAKMAKCI, 2008).

Laugeni e Garcia (2015) dizem que o *Lean Manufacturing*, ou manufatura enxuta, visa, em essência, a eliminar ou reduzir ao mínimo as denominadas sete grandes perdas: transporte, estoque, movimentação, esperas, superprodução, superprocessamento e defeitos. Para Womack e Jones (2004), a manufatura enxuta é considerada como uma abordagem mais eficiente para produção de bens manufaturados pelo homem, resultando em produtos de maior qualidade, com uma variedade ampliada e custo menor.

Com intenção de atingir suas metas, uma variedade de técnicas é adotada, sendo uma delas uma filosofia de gestão voltada para a resolução de problemas e a otimização de processos, que é uma extensão com certa evolução do *Lean Manufacturing*, mais conhecida como *Lean Thinking*. Essa filosofia tem como foco central gerar valor para o cliente, reduzir os desperdícios e promover melhorias contínuas nos processos, visando alcançar a máxima eficiência.

Nas palavras de Womack e Jones (2004), eles afirmam que:

“existe um poderoso antídoto ao desperdício: o pensamento enxuto (*Lean Thinking*), que é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de modo cada vez mais eficaz”.

Ainda de acordo com Werkena (2007), A quantidade de empresas que adotam o *Lean Manufacturing* está crescendo substancialmente em todos os setores industriais e de serviços. Entretanto, é necessário ressaltar que a adoção do *Lean Manufacturing* implica em um processo de transformação cultural na organização, o que torna essa conquista desafiadora. É mais do que apenas a implementação de técnicas e ferramentas; é uma mudança na forma como a

empresa pensa, opera e se organiza. representa uma alteração na mentalidade, operações e estrutura da empresa. Essa mudança cultural é vital para assegurar o êxito da filosofia *Lean*.

2.5 ESTUDOS DE TEMPOS

2.5.1 ESTUDOS DE TEMPOS

Houve um período em que a mensuração do trabalho estava fortemente associada à figura de um homem considerado especialista em eficiência, em tempos e movimentos ou definição de padrões, que percorria as instalações industriais com um cronômetro, buscando economizar alguns centavos. Ainda que essa perspectiva de avaliação do trabalho quase tenha desaparecido, a utilização de cronômetros para estabelecer uma base de tempo para tarefas ainda é pertinente e empregada por meio da técnica denominada estudo de tempos (SLACK, 2018).

Para Laugeni, Fernando P. e Petrônio Garcia (2015) a eficácia e os tempos padrões de manufatura são influenciados por diversos fatores, tais como pela natureza de fluxo de material dentro da organização, processo escolhido, tecnologia empregada e características do trabalho que está sob análise. Os tempos de produção de linhas automatizadas tendem a variar minimamente, e à medida que a intervenção humana se intensifica, cresce a complexidade de aferir de forma precisa os tempos, uma vez que cada operador possui destrezas, força e motivações singulares.

Segundo Barnes (1977) o estudo de movimentos e de tempos será capaz de ser utilizado para estabelecer o número-padrão de minutos que uma pessoa apta a executar uma operação, apropriadamente treinada e com experiência, deveria utilizar para executar uma tarefa ou operação específicas seguindo condições normais de trabalho. Esse tempo padrão pode ser empregado no planejamento e programação de produção, permitindo realizar uma estimativa de custos ou para monitorar custos relacionados da mão de obra.

No processo de evolução para entender as necessidades da indústria, Laugeni e Garcia (2015) explicam que a cronometragem se mantém como um dos métodos mais empregados no contexto industrial para mensurar o trabalho. Mesmo considerando as notáveis transformações ocorridas desde os tempos em que F. W. Taylor formulou os princípios da Administração Científica e a prática do estudo de tempos cronometrados, com o objetivo de avaliar a eficácia individual, essa abordagem ainda se mantém com alta relevância para estabelecer padrões na produção e nos custos industriais.

Conforme Slack (2018) o estudo do tempo é uma técnica de medição do trabalho destinada a registrar os tempos e a taxa de trabalho para os elementos de um trabalho específico, realizado sob condições específicas, e a analisar os dados a fim de obter o tempo necessário para realizar o trabalho a determinado nível de desempenho. A metodologia requer três etapas para derivar os tempos básicos para os componentes do trabalho:

- observar e mensurar o tempo necessário para realizar cada elemento do trabalho;
- ajustar ou normalizar cada tempo observado;
- calcular a média dos tempos ajustados para determinar o tempo básico para o elemento.

Deste modo, o tempo padronizado para cada elemento equivale especialmente em duas partes distintas, o tempo básico, que se resume no período necessário para um trabalhador habilitado executar uma atividade específica com um nível de desempenho padrão, e uma concessão que pode ser definida como uma margem de tolerância adicionada ao tempo básico para permitir intervalos de descanso, momentos de relaxamento e necessidades pessoais (SLACK, 2010).

2.5.2 CRONOANÁLISE

O estudo de tempos de acordo com Jacobs, F. e Chase, R. (2012) geralmente é realizado com o auxílio de um cronômetro, seja através de observações diretas no local ou pela análise de um vídeo do processo. A tarefa ou operação em estudo é fragmentada em partes ou elementos mensuráveis, e o tempo de cada elemento é quantificado de maneira individual.

Conforme Barnes (1977) estabelece-se um valor representativo a cada elemento e a soma dos intervalos de tempo elementares resulta no tempo total necessário para completar a operação. O ritmo de trabalho do operador durante a fase de cronometragem é avaliado pelo observador, e o tempo selecionado pode ser adaptado de maneira a permitir que um operador experiente, atuando em seu ritmo normal, possa desempenhar a tarefa com facilidade dentro do período designado.

Ainda de acordo com Barnes (1977) esse tempo ajustado é conhecido como tempo normal. São inclusas margens de tolerâncias para exigências pessoais, fadigas e períodos de espera, originando, conseqüentemente, o tempo-padrão para a operação.

Laugeni *et al.* (2015) afirmam que as medidas de tempos padrões de produção constituem dados essenciais para as seguintes finalidades:

- Estabelecer parâmetros para os cronogramas de produção, a fim de viabilizar o planejamento de produção da fábrica, otimizando a utilização dos recursos disponíveis

e, simultaneamente, avaliar a performance da manufatura comparativamente ao padrão já existente;

- Disponibilizar os dados para o cálculo dos custos-padrão, com objetivo a obter a análise de custos de manufatura, elaborar orçamentos (ou *budgets*) e previsão dos custos de novos itens;
- Estabelecer os fundamentos para análises de balanceamento das estruturas de produção, efetuar comparações de roteiros de manufatura e avaliar o planejamento de capacidade.

Barnes (1977) ainda ressalta que o método a ser adotado na realização de uma análise de tempos pode variar com certo grau de flexibilidade, dependendo da natureza da operação em estudo e da finalidade pretendida para os dados coletados. Entretanto, independente da flexibilidade do estudo em si, os oito passos seguintes são primordiais em um estudo de tempos:

1. Obtenha e registre informações sobre a operação e o operador em estudo.
2. Divida a operação em elementos e registre uma descrição completa do método.
3. Observe e registre o tempo gasto pelo operador.
4. Determine o número de ciclos a ser cronometrado.
5. Avalie o ritmo do operador.
6. Verifique se foi cronometrado um número suficiente de ciclos.
7. Determine as tolerâncias.
8. Determine o tempo-padrão para a operação.

Peinado e Graeml (2004) afirmam que apenas uma tomada de tempo não é suficiente para se determinar o tempo de uma atividade. Para definir a quantidade adequada de intervalos de tempo necessários para o estudo, é empregada uma análise estatística que estabelece o número apropriado de momentos de registro. A Equação 1 é utilizada para realizar essa avaliação estatística.

$$N = \left(\frac{Z \times R}{Er \times d_2 \times Y} \right)^2 \quad (1)$$

Onde:

N = número de ciclos a serem cronometrados;

Z = coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada;

R = amplitude da amostra;

Er = erro relativo da medida;

d₂ = coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente;

X = média dos valores das observações.

Os autores indicam que a confiabilidade da grandeza, medida pelo coeficiente de distribuição normal, se situa em uma faixa de 90% a 95%. Dentro desse intervalo, o erro relativo aceitável varia entre 5% e 10%. Em outras palavras, quando se trabalha com um nível de confiabilidade de 95% e um erro de 5%, uma média de cronometragem de 10 segundos implica que existe uma certeza de 95% de que os tempos se encontram entre 9,5 e 10,5 segundos.

Os valores específicos dos coeficientes Z e D2 utilizados nos cálculos podem ser encontrados nas Tabelas correspondentes 2 e 3.

Tabela 2 - Coeficientes de distribuição normal

Probabilidade	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

FONTE: Peinado e Graeml (2007)

Tabela 3 - Coeficiente de D2 para o número de cronometragens iniciais

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d2	1,128	1,693	2,059	2,328	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

FONTE: Peinado e Graeml (2007)

De acordo com Barnes (1977), ele argumenta que o estudo de tempos é essencialmente um processo de amostragem. Portanto, à medida que aumentamos o número de ciclos que são cronometrados, os resultados obtidos se tornarão mais representativos.

2.6 TRABALHO PADRONIZADO

Para Liker, J. (2004) o trabalho padronizado é um processo em contínuo desenvolvimento de documentar a maneira mais otimizada e eficaz de executar uma determinada tarefa. Isso implica na identificação da abordagem correta, o intervalo de tempo necessário e os insumos adequados para cada etapa do procedimento, visando a eliminação das ineficiências e garantir a alta qualidade.

A principal finalidade do trabalho padronizado, conforme indicado no livro *"Creating a Lean Culture: Tools to Sustain Lean Conversions"*, escrito por David Mann (2005), é determinar um procedimento consistente, eficiente e de qualidade elevada para a realização das tarefas. O trabalho padronizado tem como visão eliminar discrepâncias e ambiguidades, assegurando que

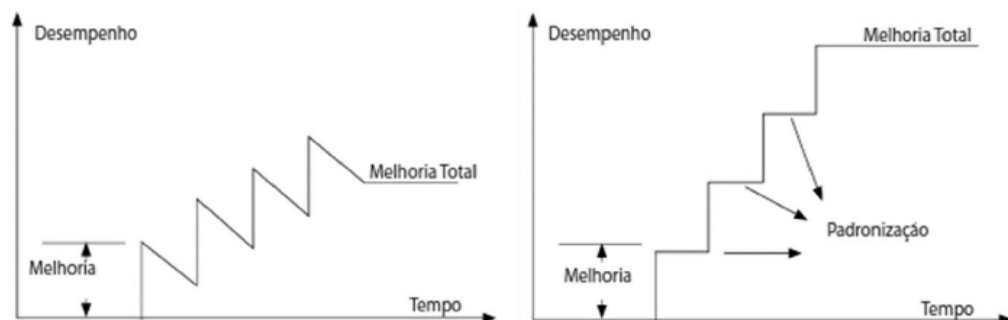
as atividades sejam realizadas da melhor forma possível, seguindo procedimentos claros e documentados.

O método de trabalho padronizado tem aplicação potencial em múltiplos âmbitos de uma organização industrial, seja ela automotiva ou não. É comum identificar a aplicação do método de trabalho padronizado apenas na área de manufatura, no entanto, dada a sua abrangência, é possível integrá-lo em qualquer célula de trabalho, unidade de pré-montagem ou até mesmo no ambiente administrativo.

Silveira *et al.* (2008) enfatizam que o método de trabalho padronizado possui a capacidade de gerar avanços tangíveis e perceptíveis em termos de produtividade, diminuição de falhas, redução do tempo de operações, estandardização das funções e melhoria no espaço físico, através da redução ou eliminação de desperdícios. Esta é uma ferramenta simples na esfera da produção enxuta, a qual que aprimora a performance dos colaboradores envolvidos viabiliza uma gestão mais eficaz dos recursos.

Na Figura 3 é evidente identificar dois casos distintos: o primeiro gráfico representa organizações com comportamento “tipo serrate”, onde não há padronização do novo processo após cada de melhoria implementada, fazendo com que muitas dessas melhorias sejam perdidas. O segundo demonstra a utilização da padronização dos processos após cada melhoria pontual, resultando em uma melhoria total muito maior.

Figura 3 - Trabalho sem padrão versus padronizado



FONTE: CASARIN, N.; TABOADA, C, (2012)

George, M. L. *et al.* (2004) afirmam que o trabalho padronizado engloba os seguintes elementos:

- Sequência de trabalho: Determinar a ordem precisa das etapas a serem seguidas para a execução de uma tarefa específica.

- Tempo *takt*: Estipular o tempo essencial para executar cada etapa da sequência operacional, garantindo a conclusão da atividade de acordo com o ritmo requerido pela demanda do cliente.
- Padrões de trabalho: Definir padrões claros para cada etapa do processo, incluindo a abordagem correta para realizar as ações, os métodos a serem adotados e as ferramentas a serem utilizadas no serviço a ser executado.
- *Layout* adequado: Arranjar o ambiente de trabalho de forma eficiente, assegurando que os materiais, ferramentas e informações necessários estejam prontamente disponíveis no momento adequado e no local apropriado.
- Documentação e treinamento: Documentar os padrões de execução e oferecer treinamento adequado aos colaboradores, capacitando-os a desempenhar as atividades de acordo com os procedimentos padronizados.
- Melhoria contínua: Buscar constantemente maneiras de aprimorar os métodos de execução, detectar oportunidades de redução de desperdício, ampliar a eficácia e elevar a qualidade.

De acordo com Liker (2005) o aspecto mais crucial referente à padronização envolve encontrar o equilíbrio entre rígidos procedimentos a serem seguidos e liberdade a fim de permitir que os operadores possam desenvolver inovações e expressar criatividade. Os primeiros padrões e instruções devem possuir detalhes suficientes para servirem como referências práticas, e ainda assim serem amplos o bastante para permitir a flexibilidade e uma compreensão acessível para qualquer pessoa que irá usá-lo.

2.7 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRÃO

Os procedimentos operacionais padrão também conhecido como POP, constituem uma ferramenta cuja seu emprego é documentar a padronização de processos visando alcançar um maior nível de qualidade e eficiência nas suas operações, em diferentes estágios e departamentos, nivelando o padrão de execução.

É a representação documentada do planejamento das tarefas repetitivas que devem ser executadas com o objetivo de atingir os padrões de qualidade estipulados, e buscando reduzir ao mínimo os erros rotineiros (COLENGHI, 1997; DUARTE, 2005).

É primordial que a folha de POP tenha informações suficientes, de forma que permita que os colaboradores possam utilizá-lo como um manual, assim como, em situações de incerteza saiba onde obter mais informações ou a quem solicitar ajuda (GOUREVITCH, 2008).

Logo adiante, é apresentado um rol de elementos que uma Procedimento Operacional Padrão (POP) apropriada deve abranger:

1. Nome;
2. Objetivo;
3. Documentos de referências (manuais);
4. Local de aplicação;
5. Siglas (caso houver);
6. Descrição das etapas da tarefa e de seus executores e responsáveis;
7. Fluxograma;
8. Local onde poderá ser encontrado e o nome do responsável pela sua guarda e atualização;
9. Frequência de atualização;
10. Forma que será gerado (eletrônico, papel);
11. Gestor (quem elaborou);
12. Responsável.

O documento deve incluir as orientações das operações e a periodicidade de execução, determinando o responsável, inventário de equipamentos, componentes e materiais utilizados na operação, explicação das etapas do trabalho com um foco maior em pontos chaves de execução crítica e elementos sensíveis e proibidos de cada operação (COLENGHI, 1997).

O documento de procedimentos operacionais padrão precisam assegurar ao usuário que os protocolos se mantenham os consistentes de um turno para outro, de um dia para outro independente do colaborador que vai executar os processos, que pode exemplo pode ser substituído em ocasiões como folga, férias ou afastado (DUARTE, 2005).

De acordo com a perspectiva de Campos (2014), a essência da padronização reside no treinamento. Portanto, o procedimento operacional padrão é meramente um registro em um pedaço de papel no qual a sequência do trabalho é registrada para uso futuro.

2.8 BALANCEAMENTO

De acordo com Kumar (2013), o balanceamento de linha compreende o nivelamento da carga de trabalho ao longo do fluxo de valor para eliminar gargalos e excesso de capacidade. Entendemos como linha de montagem uma série de trabalhos comandados pelo operador, que devem ser executados em sequência e divididos em postos de trabalho, com um ou mais operadores com ou sem o auxílio de máquinas. Procura-se, neste tipo de *layout*, otimizar o

tempo dos operadores e das máquinas, realizando o que se denomina balanceamento da linha (LAUGENI, F. E PETRÔNIO GARCIA, 2015).

Conforme dito por Slack (2010), esse conceito está relacionado com a fragmentação das atividades na qual pode ser realizada por uma pessoa ou equipe, subdividindo o trabalho global em componentes menores. Essa ideia foi inicialmente formalizada como um conceito pelo economista Adam Smith em seu livro "*A Riqueza das Nações*", publicado em 1776. Um exemplo da divisão do trabalho pode ser observado na linha de montagem, na qual os produtos percorrem um trajeto único e são montados por operadores que repetem consistentemente uma única tarefa. Esse modelo configura a abordagem predominante na organização do trabalho para muitos produtos fabricados em grande quantidade, além de ser aplicado em alguns serviços produzidos em larga escala.

Segundo a análise de Make, Rashid e Razali (2016), a análise do balanceamento de linhas de produção define o número de estações de trabalho que a linha deve conter e quais tarefas alocar para cada uma delas, de modo a minimizar o uso de recursos humanos e máquinas para atender à capacidade necessária. O objetivo consiste em reduzir o total de estações de trabalho dado um tempo de ciclo ou diminuindo o tempo de ciclo dado o número de estações de trabalho.

2.8.1 TAKT TIME

No início da década de 1960, a equipe de engenheiros da Toyota observou que, para os chassis que estavam produzindo, diversas peças não estavam sendo entregues pontualmente, o que inviabilizava a montagem de muitos veículos na primeira metade do mês. Enquanto isso, enfrentavam dificuldades para seguir o plano de produção durante o restante do período, uma vez que tinham que lidar com a chegada intermitente e irregular das peças. Nas palavras de Taiichi Ohno, ficou claro para eles que: “Se uma peça é necessária à taxa de 1.000 por mês, deveríamos produzir 40 peças ao dia por 25 dias. Além disso, deveríamos dividir a produção igualmente ao longo do dia de trabalho. Se o dia tiver 480 minutos de trabalho, deveríamos ter uma média de 1 peça a cada 12 minutos” (BALLÉ, M, JONES, D. E CHAIZE, J. *et al.*, 2019).

Dennis, P. (2011) diz que o *takt time* nos dá a frequência da demanda, ou seja, a que ritmo precisamos fabricar um produto, e pode ser calculado conforme a Equação 2:

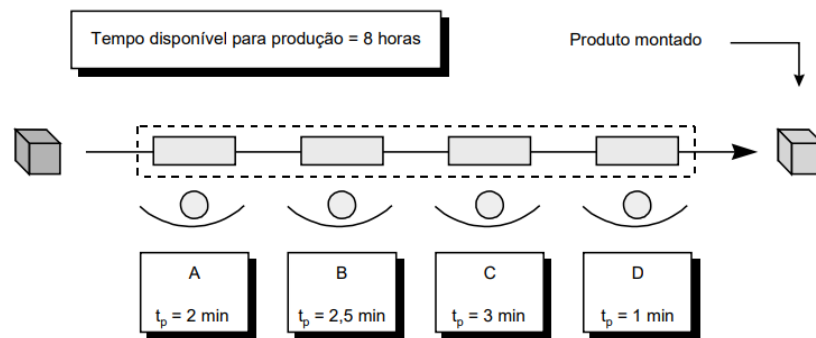
$$Takt = \frac{\text{Tempo de trabalho disponível}}{\text{Demanda do cliente (no mesmo período)}} \quad (2)$$

Ainda de acordo com Dennis, P. (2011) o *takt time* contrasta com o tempo de ciclo que é o período efetivo necessário para completar o processo. O objetivo principal consiste em sincronizar, o máximo possível, o *takt time* e o tempo de ciclo. Isso concede na integração de processos em células que sustentam nosso objetivo de produção individualizada.

2.8.2 TEMPO DE CICLO

Tempo de ciclo compete ao tempo que uma linha produtiva necessita para concluir um conjunto de atividades interconectadas. Em outras palavras, é o período total alocado para cada unidade de trabalho na linha de produção antes que a movimentação de um componente para um produto prossiga para a célula seguinte. Conforme apresentado na Figura 4:

Figura 4 - Tempo do Ciclo para uma Linha ou Célula de Produção



FONTE: ALVAREZ, Roberto dos Reis; ANTUNES JR, (2001)

Rocha (2005) menciona que se determinada produção atinge 60 unidades por hora, é obtido um produto a cada minuto. Esse período é conhecido como tempo de ciclo, cujo cálculo é realizado dividindo o tempo de trabalho da estação pela quantidade de produtos produzidos durante o mesmo período. Assim, o tempo de ciclo pode ser calculado pela Equação 3:

$$\textit{Tempo de ciclo} = \frac{\textit{Tempo de produção}}{\textit{Quantidade de produto}} \quad (3)$$

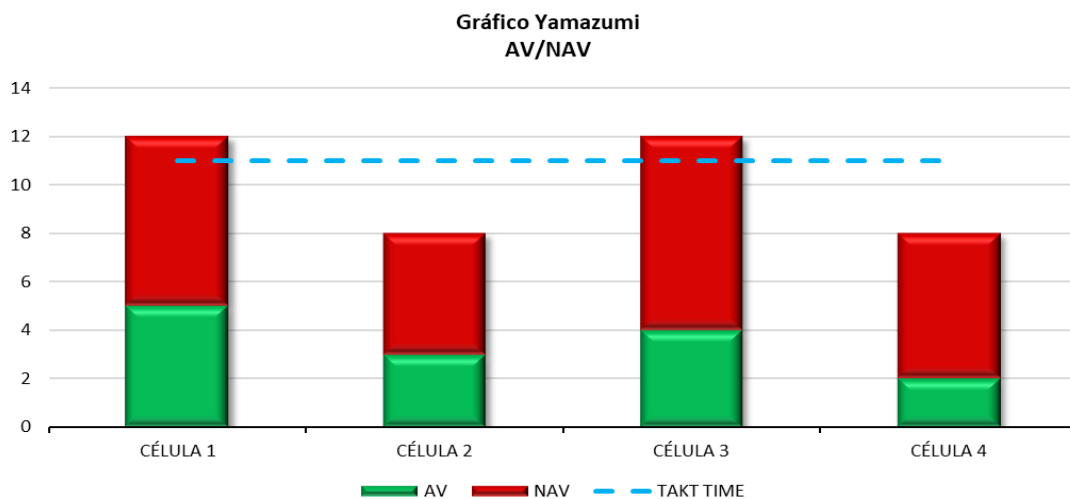
É crucial que o tempo de ciclo permaneça dentro dos limites do *takt time*, para que seja possível atender à demanda do cliente, além disso, caso a organização trabalhe em três turnos completos, é necessário haver uma margem entre o tempo de ciclo e o *takt time* para acomodar eventuais atrasos, como uma máquina quebrada, por exemplo (ROTHER & HARRIS, 2002).

Rocha (2005) lembra, que gestores de produção se esforçam em cálculos para encontrar uma forma de assegurar o fluxo contínuo de um processo através da quantidade de postos de trabalho e, simultaneamente, minimizando os períodos de inatividades na linha. Quando essa otimização é alcançada e as perdas são reduzidas ao máximo, a empresa ganha uma vantagem competitiva dentro do mercado, uma vez que alcança a produtividade desejada e diminuição de custos.

2.8.3 GRÁFICO DE YAMAZUMI

Segundo Forte (2019) o gráfico Yamazumi é uma ferramenta de abordagem *Lean*, que que ilustra a alocação de tempo para as diferentes atividades executadas em uma célula de trabalho. Nestes gráficos, o eixo vertical denota a dimensão temporal, enquanto o eixo horizontal representa as diferentes estações de trabalho. As operações são divididas em operações que agregam valor e operações que não agregam valor ao produto. A linha do tempo *takt* é empregada como um ponto de referência para a distribuição de atividades e balanceamento (GOMES *et al.*, 2008). No Gráfico 1, são apresentados todos os componentes necessários para a elaboração de um gráfico de Yamazumi conforme citado por Gomes:

Gráfico 1 - Gráfico de Yamazumi



FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Para confeccionar o gráfico de Yamazumi, que também pode ser conhecido como Gráfico de Balanceamento de Operadores (GBO), o primeiro passo é realizar a análise por elemento de toda a sequência de trabalho executada pelo operador evidenciando o que é AV e

NAV. O Gráfico 1 mostra um exemplo de Yamazumi, onde possui a linha do *takt time*, os tempos de ciclo abaixo do *takt*, classificados em AV e NAV das células de uma determinada linha de produção (célula 1,2, 3 e 4), no qual é possível enxergar que possui dois tempos de ciclos acima do *takt* (células 1 e 3), exibindo seu potencial como uma ferramenta visual para verificação e análise de desperdícios. O engajamento do operador pode ser medido em porcentagem (%), através da Equação 4:

$$\text{Tempo de Ciclo} \div \text{Takt Time} = \text{Engajamento (\%)} \quad (4)$$

De acordo com Gori (2012) logo após ter realizado o mapeamento e a análise do estado atual, é fundamental dar início ao kaizen de todos os gargalos identificados nas atividades que não agregam valor na linha de produção, para em seguida redistribuir o trabalho. Quando se desenha o estado futuro da linha, é crucial levar em conta as melhorias sugeridas durante a etapa de criação e desenvolvimento do kaizen (ROTHER e HARRIS, 2002).

Conforme destacado por Silva (2021), o gráfico Yamazumi é uma ferramenta empregada para a realização do balanceamento de linhas de produção e tem sido amplamente adotado em ambientes de manufatura. Sua ênfase principal está na otimização do balanceamento das atividades na linha. O arranjo desse gráfico é composto por barras que visualizam o tempo de ciclo de tempo utilizado por cada operador em sua atividade específica no processo de fabricação. É relevante observar que o Yamazumi, enquanto ferramenta de aprimoramento, não é um objetivo final em si, visto que sua configuração pode ser adaptada em situações de alterações no processo de produção (NAUFAL, *et al.*, 2013).

2.9 FLUXOGRAMA

Slack, N. *et al.* (2018) acreditam que o mapeamento de processo consiste basicamente em descrever os processos em termos de como as atividades estão conectadas entre si. Diversas técnicas podem ser aplicadas para realizar o mapeamento de processo, também conhecido como *blueprinting* ou análise de processo. No entanto, todas essas abordagens têm em comum a identificação dos diferentes tipos de atividades presentes no processo e a representação visual do fluxo de materiais, pessoas ou informações que se movem por ele.

Barnes (1977) diz que o gráfico do fluxo do processo é uma técnica para se registrar um processo de maneira compacta, a fim de tornar possível sua melhor compreensão e posterior




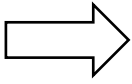
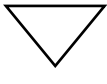
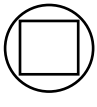
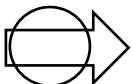
melhoria. O gráfico representa os diversos passos ou eventos que ocorrem durante a execução de uma tarefa específica, ou durante uma série de ações.

O fluxograma de processo consiste em uma descrição sequencial que realça quais fases operacionais são executadas antes de outras e quais podem ser feitas simultaneamente. Em geral, símbolos diversos são empregados para se distinguir entre os diferentes tipos de operações (SCHMENNER, 1999).

Diversos símbolos de mapeamento de processos são ocasionalmente empregados para representar variados tipos de atividades. Esses símbolos podem ser organizados em uma sequência linear ou em forma de paralelismo para descrever qualquer tipo de processo. Embora não exista uma padronização universal de ícones que seja globalmente adotada, alguns são relativamente comuns (SLACK, N., CHAMBERS, S. E JOHNSTON, R. *et al.*, 2013).

A Tabela 4, evidencia o símbolo, descrição e, um exemplo:

Tabela 4 - Simbologia de Fluxogramas para processos industriais

Símbolo	Descrição
	Operação: qualquer transformação realizada sobre o material. Por exemplo, furar, polir, aquecer, cortar etc.;
	Inspeção: verificação de uma variável ou de um atributo do artigo. Por exemplo, medir, pesar, verificar se há defeitos etc.;
	Demora: quando o item para dentro do processo produtivo, porque está aguardando um transporte para a operação seguinte ou por qualquer outra razão;
	Transporte: o material é movimentado;
	Armazenamento: é colocado em local previamente definido para estocagem o produto e permanece parado até que seja retirado. A diferença que acontece entre o armazenamento e a demora deve-se ao fato de esta não ser prevista dentro do processo produtivo, enquanto o armazenamento é previsto e está sujeito a controles de entrada e saída do material;
	Atividade combinada operação–inspeção: o material sofre uma operação e, ao mesmo tempo, uma inspeção. Por exemplo, na abertura de um furo, verifica-se o diâmetro e continua-se a furar, caso o diâmetro correto não tenha sido atingido;
	Atividade combinada operação–transporte: o artigo é processado ao mesmo tempo que está sendo transportado. Um exemplo é o cozimento de biscoitos em um forno dotado de esteira. Os biscoitos são colocados na entrada do forno, ainda crus, e quando dele saem, já estão cozidos. Cozimento é a operação, e o transporte feito pela esteira é a atividade de transporte.

FONTE: Adaptado de Laugeni, F. e Petrônio Garcia (2015)

O fluxograma de operações sequenciais é empregado para retratar as etapas em ordem de um processo de produção ou operação, destacando as relações de dependência entre as atividades. Por outro lado, o fluxograma setorial evidencia as distintas áreas ou setores de uma organização e suas interações. Em contrapartida, o fluxograma de linha de montagem é convencionalmente adotado na indústria de manufatura para ilustrar as fases de montagem de um produto. Por fim, o fluxograma de arranjo físico funcional apresenta a disposição física de áreas funcionais em um ambiente de trabalho. Essas categorias de fluxogramas possuem aplicações específicas e podem ser empregadas para aprimorar processos, comunicação e eficiência. O fluxograma linear é mais simples com grande facilidade de entendimento, o que possibilita uma rápida noção de um processo, exibindo com maior clareza a sequência de trabalho passo a passo.

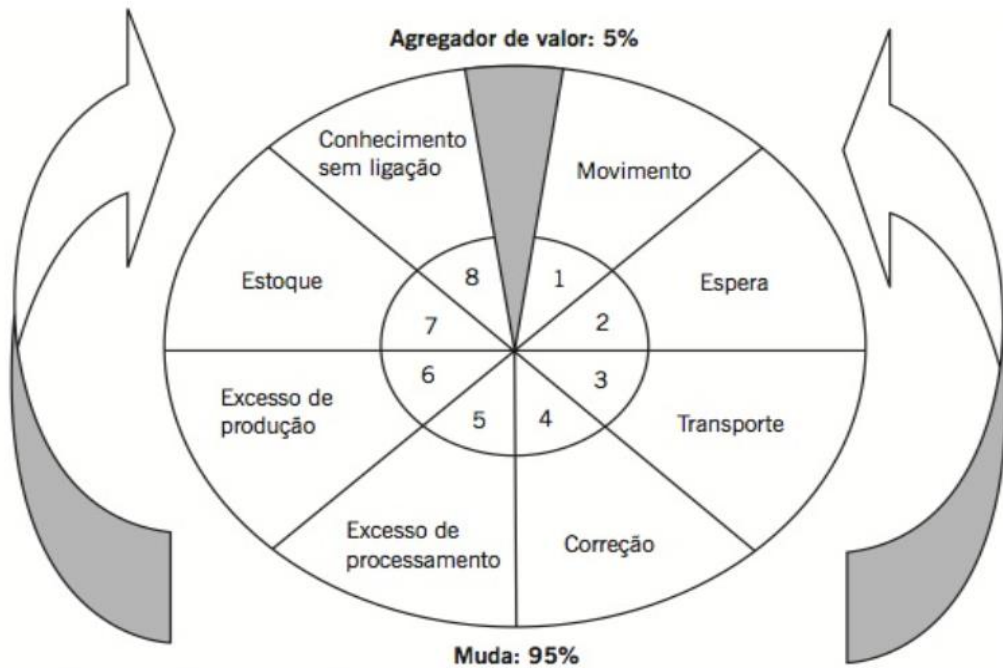
2.10 OS TIPOS DE DESPERDÍCIOS

2.10.1 MUDA

Dennis, P. (2011) explica que Muda significa desperdício, ou qualquer atividade que o cliente não está disposto a pagar. Muda é o oposto de valor, que é, simplesmente, o que um cliente está disposto a pagar. Vamos pensar em uma fábrica de arquivos de metal. O cliente está disposto a pagar por placas de metal que são cortadas, dobradas, soldadas e pintadas. Porém, esse cliente não quer pagar por tempo de espera, correção ou excesso de estoque, ou qualquer outra forma de muda.

Ainda de acordo com Pascal (2011) são identificados oito distintos tipos de desperdício, conforme ilustrado na Figura 6. Adicionalmente, chama a atenção a proporção marcante de valor em relação a desperdício de 5/95, sendo uma característica comum na maioria das operações. A maior parte das atividades que compõem nossa rotina diária é constituída por desperdícios. Por isso, a célebre frase de Taiichi Ohno ganha importância: "O custo real é do tamanho de uma semente de ameixa".

Figura 6: Aprendendo a enxergar muda



FONTE: DENNIS, Pascal. Produção lean simplificada (2011)

2.10.2 OS OITO DESPERDÍCIOS

Os objetivos de uma organização estão sempre centrados em gerar lucro. Para alcançar essa meta, a estratégia mais eficaz consiste em enxugar custos removendo gastos supérfluos e aumentando a eficiência por meio de aprimoramentos no processo de produção (GERALDES, 2019).

Segundo as palavras de Black (1998), desperdício engloba todos os recursos utilizados na produção de um bem ou serviço para além do estritamente essencial (a exemplo de matéria-prima, tempo e energia). Isso constitui um gasto adicional que eleva os custos do produto ou serviço, sem conferir qualquer tipo de benefício tangível ao cliente.

Werkema, C. (2012) diz que no cerne do *Lean Manufacturing* está a redução dos sete tipos de desperdício identificados por Taiichi Ohno: “defeitos (nos produtos), excesso de produção de mercadorias desnecessárias, estoques de mercadorias à espera de processamento ou consumo, processamento desnecessário, movimento desnecessário (de pessoas), transporte desnecessário (de mercadorias) e espera (dos funcionários pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior)”. Fontes e Loos (2016) expressam que o oitavo tipo de desperdício, identificado como conhecimento desconectado ou desperdício intelectual, é originado de atividades humanas que não conferem qualquer valor ao produto

segundo a ótica dos clientes. Conforme mencionado por Dennis (2008), essa ineficiência se manifesta quando ocorre uma lacuna na comunicação, seja dentro de uma empresa ou nas interações entre a empresa, seus clientes e fornecedores. Esse cenário resulta na restrição do fluxo de conhecimento, concepções e potencial criativo. De acordo com Liker (2004) e Ohno (1988) foram reconhecidas um total de oito categorias que compreendem as manifestações de desperdício. Elas são:

1. Produção excessiva: A fabricação do produto persiste mesmo quando não há demanda de compras, resultando no acúmulo de produtos, ocupação de espaço, *work in progress*, incremento do inventário e investimento sem benefício imediato.
2. Espera: A espera interfere na integridade do fluxo contínuo, o qual é um dos pilares fundamentais da filosofia *Lean*. Esse tipo de desperdício está associado à subutilização de trabalhadores, maquinário e recursos durante todo o procedimento.
3. Movimentação desnecessária: Movimentação excessiva entre diferentes postos de trabalho e transferência de máquinas entre o ponto de origem e o ponto de execução são demonstrações desse tipo de desperdício.
4. Defeitos e retrabalho: Produtos defeituosos demandam atividades de retrabalho ou troca, o que implica na alocação de tempo e recursos adicionais, além de poder causar descontentamento caso seja entregue ao cliente.
5. Transporte: O transporte é o movimento de materiais de uma localização para outra e é considerado um desperdício, pois não acrescenta valor ao produto.
6. Excesso de inventário: Estoque é visto como capital inativo e até que o produto seja vendido ao cliente, tudo o que está em forma de estoque equivale a despesa. Itens em inventário precisam ser armazenados, movimentados e, eventualmente, pode até ser danificado, se transformando em um exemplo de desperdício.
7. Processamento excessivo: O uso de maquinário com especificações errôneas, que não operam na máxima capacidade de produção ideal, a adoção de metodologias dispensáveis para alcançar os resultados desejados e não seguir uma ordem lógica, são situações que não contribuem com valor adicional e, portanto, constituem formas de desperdício.
8. Conhecimento (pessoas): Desperdício devido à não otimização do conhecimento intelectual e das competências dos colaboradores. Conforme os princípios *Lean*, os colaboradores são um recurso significativo para a empresa, e seu potencial desempenha um papel crucial na eliminação dos desperdícios.

Após identificar e compreender os diversos tipos de desperdício, o próximo passo consiste em erradicá-las. Isso envolve a remoção das atividades categorizadas como desperdício, reduzir as atividades não valorizadas, mas necessárias, e otimizar as atividades que de fato agregam valor. Dentro do contexto do pensamento *Lean*, qualquer elemento que não contribui diretamente para o valor percebido pelo cliente é considerado desperdício. Cada tipo de desperdício apenas aumenta os custos e o tempo. Todo desperdício é o sintoma e não a causa do problema (OHNO, 1997).

2.11 TREINAMENTO

Klippel, A. F., Rocha, H. M., e Abbud, C. *et al.* (2017) destacam que a necessidade de treinamento pode derivar de diversas situações, como a integração de novos colaboradores, mudança de responsabilidades, transição para um novo sistema operacional, atualização de habilidades, adaptação do fluxo de produção, aquisição de novos maquinários ou equipamento adicional, alteração de produto, estabelecimento de padrões operacionais, redução de tempo de fabricação, transformação de matéria-prima, aumento nos incidentes de saúde ocupacional e acidentes de trabalho, e outros fatores que influenciam o desempenho do operador ou a produção.

Frequentemente, referimo-nos a grupos numerosos de trabalhadores executando operações rotineiras idênticas por longos períodos, mas isto não é situação típica, mesmo nas grandes fabricas. Não somente o operador executa normalmente diversas operações no decorrer de um mês, também com mudanças constantes nos métodos, com melhorias nos materiais e com a rápida introdução de modelos novos, há uma sequência sem fim de novas tarefas que o operador tem que aprender. Parece que o trabalhador de hoje, mais do que nunca, tem que ser capaz de executar uma variedade de tarefas, o que tende a aumentar o treinamento necessário na indústria. (BARNES, RALPH M., 1977).

A Toyota adota uma estratégia conhecida como Treinamento de Instrução de Trabalho, onde procura desenvolver níveis excepcionais de competências. Essa abordagem é baseada no material desenvolvido nos Estados Unidos na década de 1940, logo após a Segunda Guerra Mundial, denominado *Training Within Industry* (TWI), ou treinamento dentro da indústria. Huntzinger (2016) conta que o treinamento dado aos supervisores de produção compreende três elementos distintos:

- a) Instrução de Trabalho: a ênfase recai na instrução dos operários, indo além de apenas permitir que eles adquiram conhecimento por conta própria. Isso é alcançado por meio

da transmissão de conhecimentos sobre a eficiente planificação dos recursos de produção, a divisão detalhada das atividades e a capacitação das pessoas de maneira segura, precisa e consciente;

- b) Métodos de Trabalho: Oferece instruções às pessoas sobre como examinar tarefas e implementar melhorias básicas dentro do âmbito de controle delas;
- c) Relações de Trabalho: Para suprir a demanda do gestor por competências em interações humanas, o método orienta os supervisores a tratar cada pessoa como um ser único e a abordar questões comuns de interações humanas no ambiente de trabalho, em vez de simplesmente negligenciá-las.

Com estes três componentes, a Instrução, Método e Relações de Trabalho, os líderes estão habilitados a instituir uma rotina sólida, ordem e percepção de equidade nos conjuntos de colaboradores (SMALLEY, 2009).

A capacitação precisa ser conduzida como medida preventiva contra deficiências no processo, danos a recursos materiais e seres humanos, despesas excessivas e outros fatores, assegurando que essa ação esteja alinhada com a missão da empresa. Tudo isso deve ser executado de maneira congruente com a visão da empresa, a estrutura do procedimento, as diretrizes operacionais e a garantia da saúde e bem-estar dos colaboradores. (KLIPPEL, A. F., ROCHA, H. M., & ABBUD, C. *et al.*, 2017).

2.12 INDICADORES DE QUALIDADE

Segundo a NBR ISO 9001 (2000, p. 3), as atuais edições da NBR ISO 9001 e NBR ISO 9004 foram desenvolvidas como um par coerente de normas de sistema de gestão da qualidade, as quais foram projetadas para se complementarem mutuamente, mas também podem ser usadas independentemente. Embora as duas normas tenham objetivos diferentes, possuem estruturas similares para auxiliar na sua aplicação como um par coerente.

Nas palavras de Arnold (2006), a percepção de qualidade por parte dos utilizadores é determinada pelas suas expectativas em relação ao desempenho do produto. Isso é frequentemente descrito como a sua capacidade de atender às necessidades. Os clientes não têm interesse em descobrir as razões por trás das falhas de um produto; o que realmente importa para eles é se o produto apresenta defeitos.

Um indicador de desempenho deve ser uma forma objetiva de medir a situação real contra um padrão previamente estabelecido e consensuado. Ele só deve fazer sentido e ser

utilizado pelo profissional completamente responsável por ele (CARVALHO apud DE ROLT, 1998).

A estrutura de um sistema de indicadores deve ser concebida de modo a fornecer informações claras e concisas, adaptadas às necessidades dos utilizadores. O segredo para a melhoria consiste em avaliar o nível atual de qualidade e, a partir desse ponto, desenvolver um processo que verdadeiramente eleve esse padrão.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

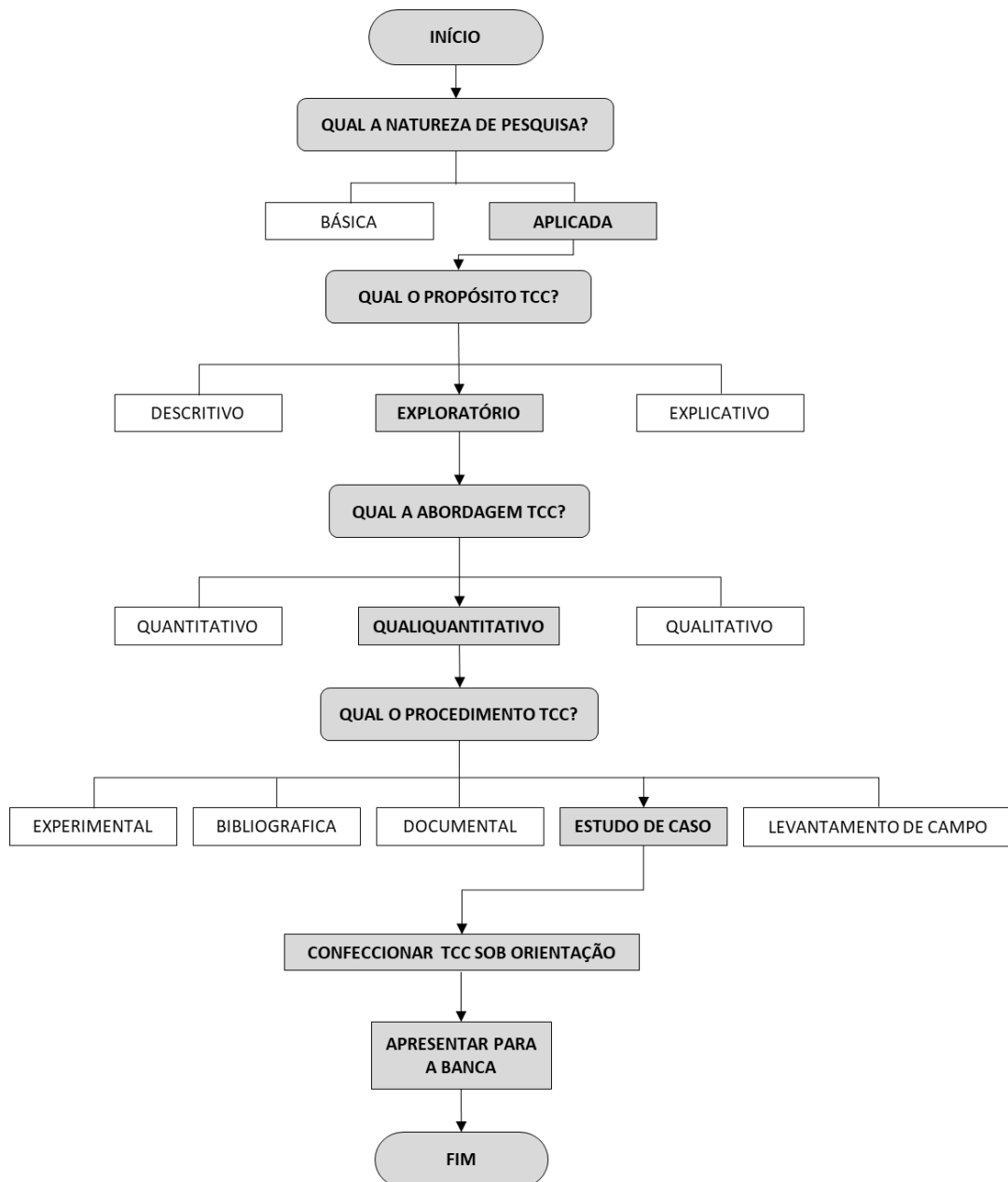
Neste trabalho, foi adotado o método de pesquisa de natureza aplicada, que tem como objetivo a pesquisa exploratória e a pesquisa de métodos mistos, que combina elementos qualitativos e quantitativos para obter uma compreensão mais abrangente e rica de um fenômeno. Pode incluir a realização de levantamento, mineração e compilação de dados dos resultados de outras pesquisas já realizadas sobre o tema, conforme referências de base de dados científicos. Além disso, foi realizado uma pesquisa bibliográfica da história e conceitos da manufatura enxuta e aplicações de suas ferramentas do *Lean*, em busca de embasar os fatos e evidências do problema que está sendo estudado.

Seguindo essa abordagem metodológica, esse trabalho se trata de um estudo de caso, que de acordo com Robert K. Yin (2015) é usado em muitas situações, para contribuir ao nosso conhecimento dos fenômenos individuais, grupais, organizacionais, sociais, políticos e relacionados. Yin (2015) também diz que, um estudo de caso possibilita que os pesquisadores concentrem sua atenção em um caso específico, mantendo uma visão abrangente e realista, como no estudo de processos organizacionais e administrativos e desenvolvimento das indústrias.

Logo, o presente estudo de caso se baseou no cotidiano manufatureiro de uma montadora multinacional japonesa automotiva localizada no interior do estado do Rio de Janeiro, mais especificamente na cidade de Resende, onde seu ano fiscal tem início em Abril e término em Março. Atualmente, a fábrica trabalha em dois turnos de 8 horas com produção de apenas um modelo de veículo, onde são produzidos em uma linha de produção sob um sistema de fluxo sequencial e contínuo agregando componentes através de máquinas, equipamentos, métodos e operadores.

A pesquisa foi baseada na análise de duas células de trabalho na qual inicialmente foram identificados problemas de qualidade e eficiência em relação ao tempo disponível de trabalho, onde existiu a necessidade de adequação no processo produtivo para atender a demanda solicitada pelo cliente. Essa adequação no processo é feita levando em consideração os conceitos de Engenharia de Métodos, estudado no Capítulo 2. Na Figura 7, foi apresentado um fluxograma de metodologia de pesquisa, na qual os campos na cor cinza são os métodos que foram aplicados neste trabalho:

Figura 7 – Fluxograma de metodologia de pesquisa



FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Preliminarmente foi realizado uma coleta de dados no chão-de-fábrica da empresa em questão, como método de montagem, coleta de tempos, realização de vídeos, resultados de indicadores de qualidade etc.; além de realizar um trabalho em conjunto com os operadores do posto envolvido, através de observações e questionamentos. Quando combinadas, toda essa metodologia contribui com *insights* valiosos para identificar gargalos, aprimorar a alocação de tarefas e, por fim, gerar melhorias concretas no processo de produção. Na conclusão final do trabalho foram expostos os problemas encontrados no processo e implementadas melhorias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste Capítulo, apresentaremos os resultados do estudo de caso em relação ao referencial teórico, conforme apresentado no Capítulo 3. Após uma análise detalhada das operações e a identificação das oportunidades de melhoria, aplicamos as ferramentas de processos na linha de produção do objeto de estudo.

4.1 ETAPA 1: CONHECIMENTO DAS CÉLULAS DE MONTAGEM

De acordo com o que foi apresentado no Capítulo 3, a indústria automotiva na qual esse estudo de caso foi realizado, se baseia em uma linha manufatureira de fluxo contínuo e sequencial, com um processo produtivo onde o automóvel é transferido de uma célula de trabalho para a outra em *Automated Guided Vehicle* (AGV), nessa linha produtiva existem 15 células de trabalho onde há uma sinergia com as linhas de suporte, que utilizam do método de *kitting*, que basicamente pode ser descrito como um agrupamento de peças organizadas em um único recipiente denominado *kit*, o qual é utilizado para abastecer a linha de montagem ou fabricação (MONDAY, 2018).

Atualmente a empresa estudada, produz em uma velocidade de 24,4 *Job Per Hour* (JPH), na qual tem um tempo de trabalho disponível de 60 min, com uma eficiência de *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) de 93,6% da linha estudada, esse valor foi determinado pelo departamento de engenharia industrial da empresa quando o estudo foi realizado. Sendo assim, conseguimos determinar o *Takt Time* da linha analisada. Esse cálculo pode ser representado pela Equação 2, mostrada abaixo:

$$\mathbf{Takt\ Time = \frac{60}{24,4} = 2,46\ min} \quad (2)$$

Considerando o *Takt Time* com uma eficiência de 93,6%, obtemos o seguinte resultado, que está representado pela Equação 2:

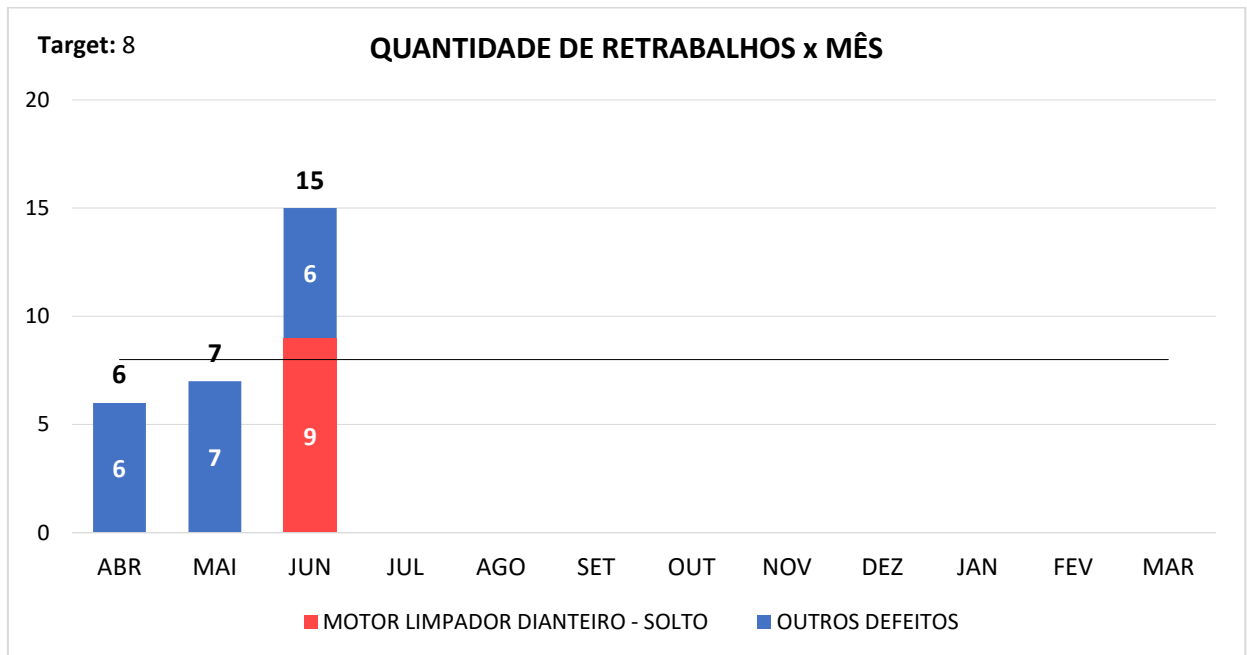
$$\mathbf{Takt\ Time = \left(\frac{60}{24,4}\right) \times 93,6\% = 2,30\ min} \quad (2)$$

Dentre essas 15 células de trabalho, o posto denominado 16 FR é responsável por pegar e posicionar o motor do limpador dianteiro na carroceria, no posto posterior denominado 17 FR o operador prossegue para a realização da fixação dos três parafusos da peça e finaliza a

montagem. Esse processo de montagem de acordo com Moreira (2004), é classificado como um sistema de produção em linha, pois no processo produtivo estudado, o produto se desloca de uma estação de trabalho para a seguinte em uma sequência predefinida. Em outras palavras, ocorre um processo produtivo sequencial.

A operação da montagem do motor do limpador dianteiro, foi responsável por um impacto no indicador de qualidade, que mede a quantidade de retrabalhos realizados após o carro sair da linha de montagem. O primeiro resultado obtido se refere à análise da quantidade de defeitos da linha, onde no mês de junho identificamos que o motor do limpador dianteiro com defeito “solto” em comparação aos meses anteriores teve uma grande quantidade de ocorrências, conforme é mostrado no Gráfico 2.

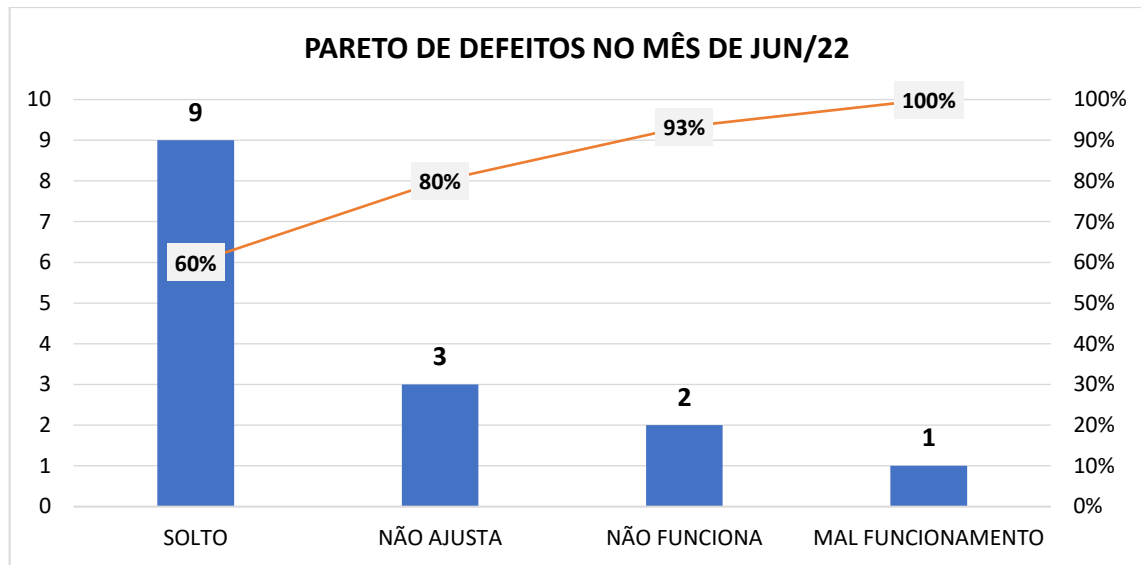
Gráfico 2 – Gráfico de comparação do retrabalho x Meses



FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Este retrabalho ocorre devido a não realização da fixação da peça de acordo com a folha de processo operacional padrão, essa falha gera mal funcionamento no motor do limpador dianteiro solto. Em seguida, para complementar a primeira análise de dados, foram examinados os dados e realizado um Pareto dos tipos de defeito da área e explicitamos no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Gráfico de Pareto dos tipos de defeitos



FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Verifica-se que o defeito solto é o que causa maior impacto no indicador de qualidade. Sendo assim, reconhecendo as falhas ocorridas e a quantidade de retrabalhos que vieram a ser realizados na fixação do motor do limpador dianteiro, foi feita uma análise de perto no devido posto de trabalho para entender o porquê das ocorrências das falhas e a possibilidade de melhoria no processo.

4.2 ETAPA 2: ELABORAÇÃO DO FLUXOGRAMA DE PROCESSO

Depois de conhecer o processo produtivo e entender no detalhe os problemas de qualidade do posto de trabalho, foi preciso estabelecer o início e o término de cada etapa a fim de realizar a medição dos tempos de cada componente. De acordo com as Figuras 08 e 09, que exibem os fluxogramas dos procedimentos, que é dividido em dois postos de trabalhos, sendo eles 16 FR e 17 FR, é possível reconhecer todos os elementos envolvidos na operação desde o posicionamento da peça na carroceria até a fixação do motor do limpador dianteiro. Essas figuras, são compostas por um cabeçalho na qual contém o nome do processo e posto de trabalho e são complementados por campos como descrição das operações, simbologia de fluxograma, um campo para observações de pontos chaves e por fim um campo onde é possível definir se aquela operação descrita agrega valor ao produto ou não.

Figura 8 - Fluxograma de processo do posto 16 FR

Folha de Registro			
Processo: Posicionamento do motor do limpador dianteiro		Posto: 16FR	
Descrição	Símbolo	Observação	Agrega valor?
1. INÍCIO			
2. DESLOCAMENTO			NÃO
3. PEGA PEÇAS		MOTOR DO LIMPADOR E ATCU	NÃO
4. DESLOCAMENTO			NÃO
5. POSICIONA MOTOR DO LIMPADOR NA CARROCERIA			NÃO
6. CLIPAR CABO DO CAPÔ			SIM
7. FIXAR PARAFUSO DO CABO MASSA			SIM
8. REALIZAR MARCAÇÃO FIXAÇÃO DO CABO MASSA		COM GIZ	NÃO
9. FIXAR SUPORTE DO FILTRO DE AR			SIM
10. FIXAR SUPORTE DO ÓLEO			SIM
11. FIXAR CANISTER NA CARROCERIA			SIM
12. DESLOCAMENTO			NÃO
13. PEGA PEÇAS		MANTA DO CAPÔ	NÃO
14. MONTAGEM DA MANTA DO CAPÔ			SIM
15. MONTAGEM DO SUPORTE DA HASTE			SIM
16. DESLOCAMENTO			NÃO
17. PEGA PEÇAS		6 GRAPAS	NÃO
18. POSICIONAR SUPORTE DO MOTOR DIREITO NA LONGARINA			NÃO
19. DESLOCAMENTO			NÃO
20. PEGA PEÇAS		3 PARAFUSOS	NÃO
21. PRÉ ROSQUEIA O SUPORTE DO MOTOR			SIM
22. REALIZA CHECK DO POSICIONAMENTO DO SUPORTE DO MOTOR		CHECK VISUAL	NÃO
23. DESLOCAMENTO			NÃO
24. PEGA PEÇAS		MODULO DE SOM , BASE E MOLDURA DO SOM	NÃO
25. PUXAR CHICOTE DO BANCO			SIM
26. FIXAR SUPORTE DO MÓDULO DE SOM NA CARROCERIA			SIM
27. CLIPAR O CONECTOR DO MÓDULO DE SOM			SIM
28. MONTAGEM DA MOLDURA BASE AMP NO SUPORTE			SIM
29. FIM			

FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Figura 9 – Fluxograma de processo do posto 17 FR

Folha de Registro			
Processo: Fixação do motor do limpador dianteiro		Posto: 17FR	
Descrição	Símbolo	Observação	Agrega valor?
1. INÍCIO			
2. DESLOCAMENTO			NÃO
3. PEGA PEÇAS		2 GRAPAS, 3 DOBRADIÇAS, 1 PLÁSTICO DE AR QUENTE, TUBULAÇÕES DO AR QUENTE	NÃO
4. DESLOCAMENTO			NÃO
5. PRÉ MONTAGEM DO AR QUENTE			SIM
6. PEGA FERRAMENTA		ALICATE	NÃO
7. FIXA DOBRADIÇAS DO AR QUENTE			SIM
8. MONTAGEM DA MANGUEIRA DO ÓLEO DE FREIO			SIM
9. DESLOCAMENTO			NÃO
10. PEGA PEÇAS		TUBULAÇÕES DO A/C, 1 CHAPA DO PAINEL, 1 SUPORTE DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA	NÃO
11. PRÉ MONTAGEM DA TUBULAÇÃO DO A/C			SIM
12. FIXAR TUBULAÇÃO A/C			SIM
13. DESLOCAMENTO			NÃO
14. PEGA PEÇAS + FERRAMENTA		4 PARAFUSOS, 2 PORCAS, APERTADEIRA ELÉTRICA	NÃO
15. DESLOCAMENTO			NÃO
16. FIXAR SUPORTE DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA			SIM
17. FIXAR CHAPA DO PAINEL			SIM
18. PEGA PEÇAS		3 PARAFUSOS	NÃO
19. FIXAR OS 3 PARAFUSOS DO MOTOR DO LIMPADOR			SIM
20. REALIZAR MARCAÇÃO DE TORQUE		MARCADOR INDUSTRIAL	NÃO
21. DESLOCAMENTO			NÃO
22. PEGA PEÇAS		6 GRAPAS, MANTA TÉRMICA	NÃO
23. DESLOCAMENTO			NÃO
24. MONTA MANTA TÉRMICA DO MOTOR			SIM
25. FIM			

FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Utilizando o gráfico de fluxo do processo de fixação do motor do limpador dianteiro, foi possível enxergar todas as etapas requeridas para executar esta operação, identificando o começo e o término de cada uma delas, a fim de facilitar a aplicação da cronoanálise. Após essa análise, tornou-se possível determinar quais são os componentes fundamentais da operação.

O segundo problema identificado diz respeito à carga de trabalho dos operadores, cuja discussão e apresentação dos resultados serão abordados no subitem 4.3.

4.3 ETAPA 3: REALIZAÇÃO DA CRONOANÁLISE

Dando continuidade no estudo sobre os postos 16 e 17 FR, para iniciarmos a realização da cronoanálise, foi necessário entrar em contato com o supervisor da linha para coletar informações sobre os operadores do posto e pedir indicação para filmagem de um operador na qual tenha destreza nas operações e informá-los sobre o estudo. Além de também conseguir autorização dos operadores que atuam no posto de trabalho para realização das filmagens, foi necessário explicar aos operadores filmados o que motivou esse estudo, e pedir sua colaboração para que siga os procedimentos padrões e ritmo normal de operação.

Na cronoanálise, para obtermos estatisticamente números com maior precisão, é necessário realizar mais que uma vez a análise dos tempos, com o objetivo de obter uma média aritmética deles. É utilizada a Equação 1, como citada no Capítulo 2 para determinar o número de registros a serem feitos. Utilizaremos para Z uma probabilidade de 95% de acerto conforme a Tabela 2 apresentada no subitem 2.5.2 para 2% de erro. Além de considerar meu coeficiente $d2$ o valor correspondente ao N igual à 5.

$$N = \left(\frac{1,96 \times 0,0068}{0,02 \times 2,328 \times 0,10} \right)^2 \cong 8 \quad (1)$$

Depois de determinada a quantidade de registros a serem feitas, definir o dia e horário que serão realizados esses registros é primordial para uma maior precisão do estudo devido a fadiga dos operadores, as filmagens dos vídeos foram realizadas no período intermediário de cada turno, ou seja, foi evitado a coleta de tempos no início e final de cada turno de trabalho, e pós feriados e horário de almoço e janta.

Em seguida, avançamos para a fase de decomposição da operação em seus componentes individuais. Nesse estágio, é fundamental estabelecer claramente o ponto de partida e de término de cada operação. Essa subdivisão possibilita mensurar o tempo gasto em cada

atividade realizada na célula de trabalho. Posteriormente, foram empregadas tabelas com o processo de subdivisão dos movimentos, sequência das ações, determinação de AV e NAV e a cronometragem do tempo de ciclo (TC), que foi realizada com o auxílio de um cronometro centesimal digital. O resultado que foi obtido através da cronoanálise dos dois postos estudados, considerando o número de ciclos determinados na Equação 1 e a cronometragem de tempos médio dos dois operadores de turnos divergentes se dá pela Tabela 5 e pela Tabela 6, mostradas adiante:

Tabela 5 – Cronoanálise do posto 16 FR

SEQ	POSTO 16 FR (ANTES)	TC	AV/NAV
1	PEGAR NO CARRINHO DE BKT LIMPADOR E ATCU E POSICIONAR NO VEÍCULO	0,10	NAV
2	POSICIONAR A ATCU NO SUPORTE.	0,08	NAV
3	POSICIONAR MOTOR LIMPADOR NA CARROCERIA	0,06	NAV
4	CLIPAR CABO DO CAPÔ	0,10	AV
5	FIXAR O PARAFUSO DO CABO MASSA FRONTAL ESQUERDO NA CARROCERIA	0,09	AV
6	FIXAR PARAFUSO DO CABO MASSA FRONTAL	0,08	AV
7	MARCAR COM GIZ FIXAÇÃO DO CABO MASSA	0,03	NAV
8	FIXAR O SUPORTE DO FILTRO DE AR	0,10	AV
9	FIXAR SUPORTE DO ÓLEO	0,13	AV
10	FIXAR CANISTER NA CARROCERIA	0,08	AV
11	PEGAR NO CARRINHO DE BKT MANTA DO CAPÔ SUPORTE DO MOTOR	0,08	NAV
12	MONTAR MANTA DO CAPÔ	0,20	AV
13	MONTAR SUPORTE DA HASTE	0,10	AV
14	PEGAR NO CARRINHO AS 6 GRAPAS DA MANTA DO CAPÔ	0,05	NAV
15	POSICIONAR SUPORTE DO MOTOR DIREITO NA LONGARINA	0,10	NAV
16	PEGAR OS 3 PARUFUSOS SUPORTE DO MOTOR NO CARRINHO	0,05	NAV
17	REALIZAR PRÉ ROSQUEIO DO SUPORTE DO MOTOR	0,08	AV
18	REALIZAR CHECK POSICIONAMENTO DO SUPORTE DO MOTOR	0,03	NAV
19	PEGAR NO CARRINHO DO BKT O SUPORTE MODULO DE SOM, BASE E MOLDURA DO SOM	0,08	NAV
20	PUXAR CHICOTE DO BANCO	0,05	NAV
21	FIXAR SUPORTE DO MÓDULO DE SOM NA CARROCERIA	0,20	AV
22	CLIPAR O CONECTOR DO MÓDULO DE SOM	0,12	AV
23	MONTAR A MOLDURA BASE AMP NO SUPORTE	0,10	AV
TOTAL		2,09	

FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Tabela 6 – Cronoanálise do posto 17 FR

SEQ	POSTO 17 FR (ANTES)	TC	AV/NAV
1	PEGAR 2 GRAPAS DO AR QUENTE E 2 GRAPAS DO A\C NA CANESTILHA	0,05	NAV
2	PEGAR 2 DROBADIÇAS DE FERRO E 1 DE PLÁSTICO DO AR QUENTE; 1 DROBADIÇA DO ÓLEO NO CARRINHO	0,05	NAV
3	PEGAR AS TUBULAÇÕES DO AR QUENTE E DO ÓLEO NO CARRINHO B&KT	0,10	NAV
4	PRÉ MONTAGEM DO AR QUENTE	0,15	AV
5	PEGAR O ALICATE NO CARRINHO	0,05	NAV
6	FIXAR AS DROBRADIÇAS DO AR QUENTE	0,08	AV
7	MONTAGEM DA MANGUEIRA DO ÓLEO FREIO	0,10	AV
8	PEGAR AS TUBULAÇÕES DO A\C NO CARRINHO B&K	0,10	NAV
9	PEGAR O 1 SUPORTE DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA E 1 CHAPA DO PAINEL	0,05	NAV
10	PRÉ MONTAGEM DA TUBULAÇÃO DO A\C	0,25	AV
11	FIXAR AS TUBULAÇÕES DO A\C	0,16	AV
12	PEGAR 4 PARAFUSOS, 2 PORCA, APERTADEIRA ELÉTRICA NO CARRINHO	0,10	NAV
13	FIXAR O SUPORTE DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA	0,06	AV
14	FIXAR A CHAPA DO PAINEL	0,15	AV
15	PEGAR 3 PARAFUSOS, NA CANESTILHA	0,06	NAV
16	FIXAR OS 3 PARAFUSOS DO MOTOR LIMPADOR	0,20	AV
17	REALIZAR MARCAÇÃO DE TORQUES CANETA AZUL	0,08	NAV
18	PEGAR AS 6 GRAPAS DA MANTA TÉRMICA NO CARRINHO	0,08	NAV
19	PEGAR A MANTA TÉRMICA DO MOTOR NO CARRINHO B&K	0,08	NAV
20	MONTAGEM DA MANTA TÉRMICA DO MOTOR	0,30	AV
TOTAL		2,25	

FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Após realizar a análise e constatar que havia um desequilíbrio considerável na carga de trabalho dos operadores, foi realizado a cronoanálise em todas as 15 células de trabalho da linha a fim de aplicar no gráfico de Yamazumi, que será discutido no subitem 4.4.

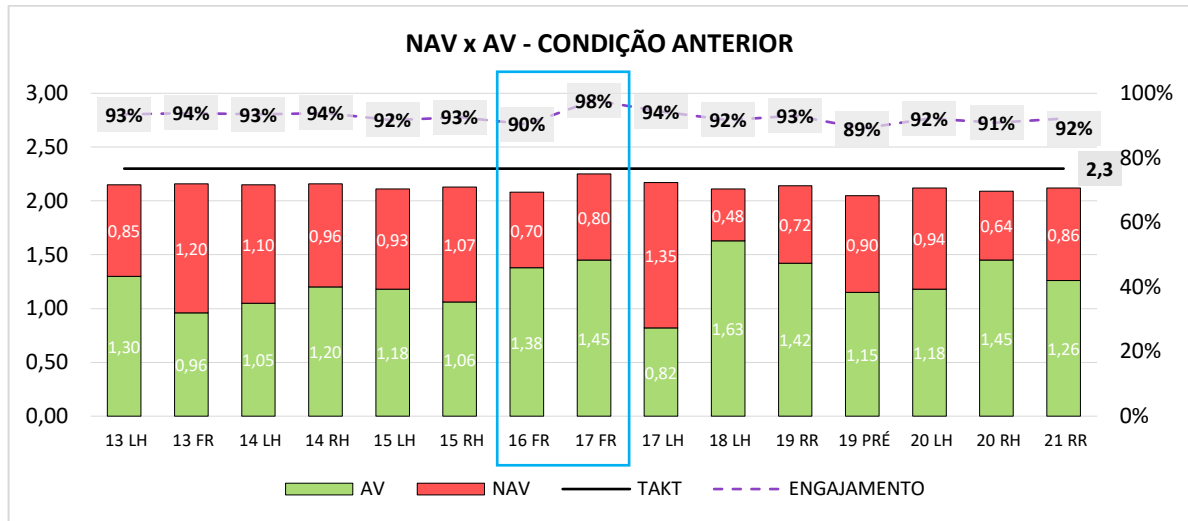
4.4 ETAPA 4: APLICAÇÃO DO GRÁFICO DE YAMAZUMI

Nesta seção abordaremos sobre a aplicação do gráfico de Yamazumi, que tem como objetivo proporcionar uma visão rápida da quantidade de tarefas atribuídas a cada operador em um processo específico. Essa representação visual também permite ao gestor a capacidade de identificar de maneira simples quaisquer ineficiências ou melhorias no valor agregado ao produto, através da diferenciação das operações distribuídas em elementos com agregação de valor, identificação de sobrecargas e ociosidades no processo.

Essa linha de produção que está sendo analisada, contém o total de 15 operadores e, conforme o Gráfico 4, todos operadores estão abaixo do *takt time* da linha de produção, porém

há um alto desbalanceamento de atividades se comparando o operador dos postos 16 FR e com o operador do posto 17 FR.

Gráfico 4 - Gráfico de Yamazumi da linha produtiva estudada



FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Este gráfico apresenta o tempo de ciclo, de todas as células de trabalho da linha estudada, juntamente com o tempo das atividades que agregam valor, indicado pela sigla AV, e as atividades que não agregam valor, identificadas como NAV. Além disso, é possível avaliar se o tempo de ciclo dos operadores, especialmente se exceder o *takt time* estabelecido pela linha de produção, que está representada no gráfico pela linha cheia na cor preta. Também será revelado o engajamento de trabalho de cada operador, calculado dividindo o tempo de ciclo de cada trabalhador pelo *takt time*, conforme mostrado na Equação 4 no subitem 2.8.3. No gráfico, o engajamento é representado pela linha pontilhada na cor roxa.




Para finalizar a contextualização do cenário antes das aplicações das ferramentas do Lean para melhoria no processo. Também foi identificado que os operadores dos turnos distintos não realizam a montagem da operação da fixação do motor do limpador dianteiro de acordo com a folha operacional padrão. A próxima seção 4.5, irá abordar o tema de forma mais abrangente.

4.5 ETAPA 5: ANÁLISE DE POP

Nesta seção foram analisadas as folhas POP em relação as filmagens feitas, com o objetivo de verificar se os operadores estão seguindo os padrões determinados no documento

ou não. Consequentemente, foi identificado que os operadores que atuam no posto 17 FR onde o motor do limpador dianteiro é fixado não seguiam a sequência padrão para a fixação determinada no documento. Os operadores de cada turno realizavam a fixação dos três parafusos em sequências diferentes do que descrita no documento, como mostra a Tabela 7 (Anexo A):


Tabela 7 – Comparativo Folha POP, Operador 1 e Operador 2

ITEM	DESCRIÇÃO DA SEQUENCIA DE FIXAÇÃO	CONDIÇÃO
FOLHA POP	FIXAÇÃO DOS 3 PARAFUSOS NA SEQUENCIA 1,2 E 3.	OK 
OPERADOR 1° TURNO	FIXAÇÃO DOS 3 PARAFUSOS NA SEQUENCIA 2,1 E 3.	NOK 
OPERADOR 2° TURNO	FIXAÇÃO DOS 3 PARAFUSOS NA SEQUENCIA 3,2 E 1.	NOK 

FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Além disso, analisando a folha POP encontrada no posto conforme mostra a Figura 10 (Anexo B), foi identificado alguns pontos de melhoria na mesma, na qual são pontos considerados essenciais para que a montagem seja realizada de forma nivelada e padrão entre diferentes operadores e turnos. Sendo elas, falta de auxílio visual na parte de ilustração, falta dos códigos das peças utilizadas no processo e falta de um *check* manual ou visual na montagem após a fixação da peça.

Figura 10 – Folha POP analisada na condição anterior

EMPRESA		SIMBOLO DA EMPRESA				
Folha de Procedimento Operacional Padrao (POP)						
Nome da Operação		MONTAGEM DO MOTOR DO LIMPADOR DIANTEIRO				
Equipamentos de Segurança		LUVAS, SAPATO DE SEGURANÇA, OCULOS DE SEGURANÇA E PROTETORES AURICULARES				
Ferramentas		APERTADORA ELETRICA COM BIT - 10 mm EXT: 100mm				
Tempo de Aprendizagem		1 DIA				
Modelo		Modelo 1				
No. De Controle		123456 - 789				
		Nome do Processo				
		123456 - 789				
		PLANTA GERENCIA				
		RESENDE				
		FULANO DE TAL				
		Folha 01 / 01				
		Modificação:				
		Data da Modificação:				
		SSV:				
		1º TURNO				
		2º TURNO				
		3º TURNO				
No.	Análise	No.	Etapa Principal	Tempo	Ponto chave (Razão)	Ilustração
1	1- POSICIONAR O MOTOR DO LIMPADOR NO CARRO E VERIFICAR O NIVEL DE OIL E A POSICIONAMENTO DO MOTOR DO LIMPADOR NO SUORTE DE TAL. 2- POSICIONAR O MOTOR DO LIMPADOR NO SUORTE DE TAL. 3- POSICIONAR O MOTOR DO LIMPADOR NO SUORTE DE TAL. 4- POSICIONAR O MOTOR DO LIMPADOR NO SUORTE DE TAL.	1	COLLOCAR WIPER DRIVE "MOTOR DO LIMPADOR DIANTEIRO" NO SUORTE DO BODY "CORROCERA".	0 2	1- POSICIONAR O MOTOR DO LIMPADOR NO SUORTE CONFORME FOTO. (PARA NÃO HAVER ERRO).	
2	2- PREPARAR APERTADORA ELETRICA E PREVER BOLSAS DE 3 PARAFUSOS E 2 BOLSAS DE 2 PARAFUSOS PARA A SEGURANÇA DE PARAFUSOS 12 e 3 CONFORME A FOTO 2. 3- PREPARAR APERTADORA ELETRICA E PREVER BOLSAS DE 3 PARAFUSOS E 2 BOLSAS DE 2 PARAFUSOS PARA A SEGURANÇA DE PARAFUSOS 12 e 3 CONFORME A FOTO 2.	2	FIXAR 3 BOLTOS "PARAFUSOS" NO WIPER DRIVE "MOTOR DO PARAFUSO" NO SUORTE.	0 5	1- PRE-BOQUEAR MANUALMENTE O PARAFUSO COM 3 FLETES DE ROCHA (PARA QUE O PARAFUSO SE ENCADE). 2- FICAR OS BOLTOS "PARAFUSOS" ATÉ O FINAL (PARA NÃO HAVER ERRO). CONFORME FOTO 2.	
3	3- CONFIRMAR A MONTAGEM COM UM PLUNHO PARA SE O BOLTOS "PARAFUSOS" ESTÃO FIXADOS ATÉ O FINAL E SE HAVER "CHOCOTE" ESTÁ SEM PRESSÃO COM UM PLUNHO PARA TAL CONFORME CHECK 1 e 2.	3	VERIFICAR MONTAGEM DO WIPER DRIVE "MOTOR DO LIMPADOR DIANTEIRO".	0 3	1- CONFIRMAR PLUNHO PARA SE O BOLTOS "PARAFUSOS" FICAR ATÉ O FINAL (PARA NÃO HAVER ERRO). CONFORME CHECK 1. 2- CONFIRMAR COM UM PLUNHO SE O BOLTOS "CHOCOTE" ESTÁ SEM PRESSÃO (PARA EVITAR O BOM FUNCIONAMENTO).	
<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; display: inline-block;"> FALTA DE AUXÍLIO VISUAL MOSTRANDO A MONTAGEM NA CONDIÇÃO OK </div>						
<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; display: inline-block;"> FALTA DE CHECK APÓS FIXAÇÃO </div>						
<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; display: inline-block;"> FALTA DE CÓDIGO DE PEÇAS UTILIZADAS </div>						
20						
SITUAÇÃO ANORMAL OU CASOS ESPECIAIS 1- QUALQUER ANOMALIA ACIONAR IMEDIATAMENTE O CORDÃO DO GRUPE CHAMAR IMEDIATAMENTE O SUPERVISOR OU LIDER.						
ANEXO 1		Data da última Revisão				

FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Sendo assim, considerando toda análise realizada através da aplicação das ferramentas do *Lean*, a próxima seção apresentará as melhorias implementadas nos postos de trabalho.

4.6 ETAPA 6: MELHORIAS IMPLEMENTADAS NO PROCESSO

Por fim, nesta seção iremos apresentar a aplicação das ferramentas de processo, a fim de melhorar o processo produtivo, balancear a carga de trabalho entre os operadores, padronizar as operações de montagem e garantir a qualidade do produto no posto de trabalho.

Para isso, foram aplicadas ferramentas do *Lean* para evidenciar os gargalos produtivos, como fluxograma, cronoanálise, gráfico de Yamazumi, trabalho padronizado e, de acordo com o que foi apresentado no subcapítulo 4.3, foi possível enxergar uma oportunidade de balancear operações entre os postos 16 e 17 FR, na qual foi necessário realizar um novo estudo de tempos e movimentos como proposta com os mesmos métodos que foram feitas as cronoanálises anteriormente, a fim de gerar uma melhoria significativa, como mostra na Tabela 8 e 9.

Tabela 8 - Cronoanálise do posto 16 FR após melhoria implementada

SEQ	POSTO 16 FR (DEPOIS)	TC	AV/NAV
1	POSICIONAR MOTOR LIMPADOR NA CARROCERIA	0,06	NAV
2	CLIPAR 1 GRAPA NA LATERAL FRRH + 1 GRAPA FRLH	0,08	AV
3	CLIPAR 1 GRAPA NA LATERAL FRLH DO CAPÔ	0,06	AV
4	PEGAR 3 PARAFUSO NO CARRINHO	0,12	NAV
5	FIXAR OS 2 CABO MASSA FRRH E FRLH	0,10	AV
6	PEGAR 2 PARAFUSOS	0,08	NAV
7	FIXAR CANISTER NA CARROCERIA	0,10	AV
8	PEGAR MOTOR LIMPADOR DO CARRINHO BKT	0,08	NAV
9	CONECTAR CHICOTE DO MOTOR DO LIMPADOR	0,15	AV
10	PEGAR 3 PARAFUSOS NO CARRINHO	0,08	NAV
11	FIXAR O MOTOR LIMPADOR NA CARROCERIA	0,28	AV
12	FAZER MARCAÇÃO DOS CABOS MASSAS FRRH/FRLH COM GIZ	0,12	AV
13	PEGAR SUPORTE DO MOTOR NO CARRINHO BKT	0,05	NAV
14	PEGAR 3 PARAFUSOS NO CARRINHO	0,08	NAV
15	REALIZAR PRÉ ROSQUEIO	0,10	AV
16	PEGAR GRAPAS NO CARRINHO	0,05	NAV
17	MONTAR MANTA DO CAPÔ	0,33	AV
18	PEGAR 2 PARAFUSOS NO CARRINHO	0,08	NAV
19	FIXAR BRAKT NA CARROCERIA	0,10	AV
	TOTAL	2,10	

FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Tabela 9 - Cronoanálise do posto 17 FR após melhoria implementada

SEQ	POSTO 17 FR (DEPOIS)	TC	AV/NAV
1	PEGAR 2 GRAPAS DE PALSTICO 3 DOBRADIÇAS DE FERRO + 2 ABRAÇADEIRA PLASTICO	0,08	NAV
2	PEGAR 2 GRAPA DE PLÁSTICO	0,05	NAV
3	FIXAR 2 GRAPAS PLASTICA NA LONGARINA	0,06	AV
4	PEGAR AS TUBULAÇÕES DO AR QUENTE E DO ÓLEO NO CARRINHO B&KT	0,10	NAV
5	MONTAR TUBULAÇÃO DO AR-CONDICIONADO NA CARROCERIA	0,22	AV
6	PEGAR O ALICATE NO CARRINHO	0,05	NAV
7	PEGAR MANGUEIRA DE OLEO, MANGUEIRA DE AR QUENTE + SUPORTE LLC	0,06	NAV
8	MONTAR A MANGUEIRA DO ÓLEO FREIO NO MASTER VAC E FIXAR	0,15	AV
9	MONTAR AS 2 MANGUEIRAS DE AR QUENTE	0,31	AV
10	PEGAR 3 PARAFUSOS + 2 PORCAS NO CARRINHO	0,06	NAV
11	FIXAR TUBULAÇÃO AR-CONDICIONADO NA CARROCERIA	0,21	AV
12	FIXAR SUPORTE LLC	0,08	AV
13	FIXAR COWIL TOP	0,08	AV
14	REALIZAR MARCAÇÃO (CANETA AZUL)	0,06	NAV
15	PEGAR AS 6 GRAPAS NO CARRINHO	0,05	NAV
16	PEGAR A MANTA TÉRMICA DO MOTOR NO CARRINHO B&K	0,05	NAV
17	MONTAGEM DA MANTA TÉRMICA DO MOTOR	0,31	AV
18	FIXAR A CAMERA DE RÉ	0,05	AV
19	FECHAR TAMPA DO CAPÔ	0,08	NAV
TOTAL		2,11	

FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Foi possível enxergar que foi realizado um novo balanceamento entre os postos 16 e 17 FR como mostram as Tabelas de cronoanálise 8 e 9 apresentadas acima. Nelas, conseguimos ver que a operação fixação dos três parafusos do motor do limpador dianteiro foi eliminada do posto 17 FR e foi rebalanceada para o posto 16 FR, onde atualmente o operador posiciona, conecta o chicote e realiza a fixação da peça logo em seguida no mesmo posto de trabalho. Feito isso, de acordo com o Gráfico 5, pode-se perceber que houve, de fato, o balanceamento dos operadores entre as suas atividades e a redução de tempo das operações que não agregam valor.

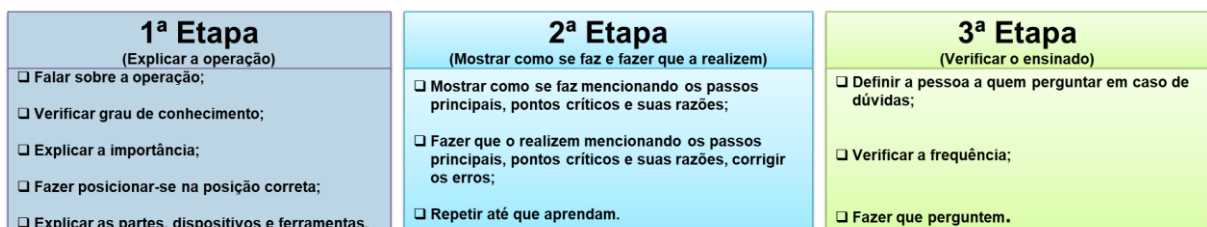
Foi possível diminuir o engajamento do operador da célula 17 FR e aumentar o do operador da célula 16 FR representado pela linha pontilhada roxa.

Então, com o uso da nova cronoanálise após o balanceamento das operações e observando a folha POP antiga do posto, foi possível conhecer as tarefas executadas no setor como um todo e, a partir disso, elaborar uma melhoria na folha POP a ser seguida pelos colaboradores na execução das atividades relacionadas ao processo em estudo. Foram inseridas na folha POP as seguintes melhorias:

- Destaque na descrição da sequência de fixação dos parafusos do motor do limpador dianteiro: para chamar a atenção do operador para a etapa principal da operação;
- Inserido check manual após a fixação do motor do limpador dianteiro: para verificar e garantir a qualidade da montagem no posto de trabalho;
- Evidenciado no desenho técnico a sequência de fixação dos parafusos: auxílio visual da sequência correta a ser realizada;
- Inserido auxílio visual da montagem: para que o operador consiga ver a condição OK da montagem;
- Inserido código das peças utilizadas na montagem: a fim de evitar montagem de peças erradas na operação;
- Inserido check visual: ao final da montagem realizar um check visual para garantir a montagem correta da peça de acordo com o auxílio visual acrescentado na folha POP.

Assim que as novas folhas POP foram implementadas nas células de trabalho, os operadores receberam o devido treinamento, na qual é dividido em 3 etapas, onde o supervisor da área é o responsável por aplicar o treinamento com o objetivo de garantir que os operadores possam alcançar as metas de produção ao serem adequadamente treinados para realizar operações. A Figura 12, mostra as etapas aplicadas no treinamento até o processo de validação do operador.

Figura 12 – Fluxo de treinamento



FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Após a aplicação do treinamento, os operadores passam por um processo de validação para que possam atuar na célula de trabalho garantindo segurança, qualidade, padronização e

tempo de processo. Essa validação também é realizada pelo supervisor da área, onde ele utiliza uma folha de validação, conforme a Figura 13, na qual ele garante que o operador está realizando a operação de acordo com o treinamento aplicado.

Figura 13 – Folha de validação de operador

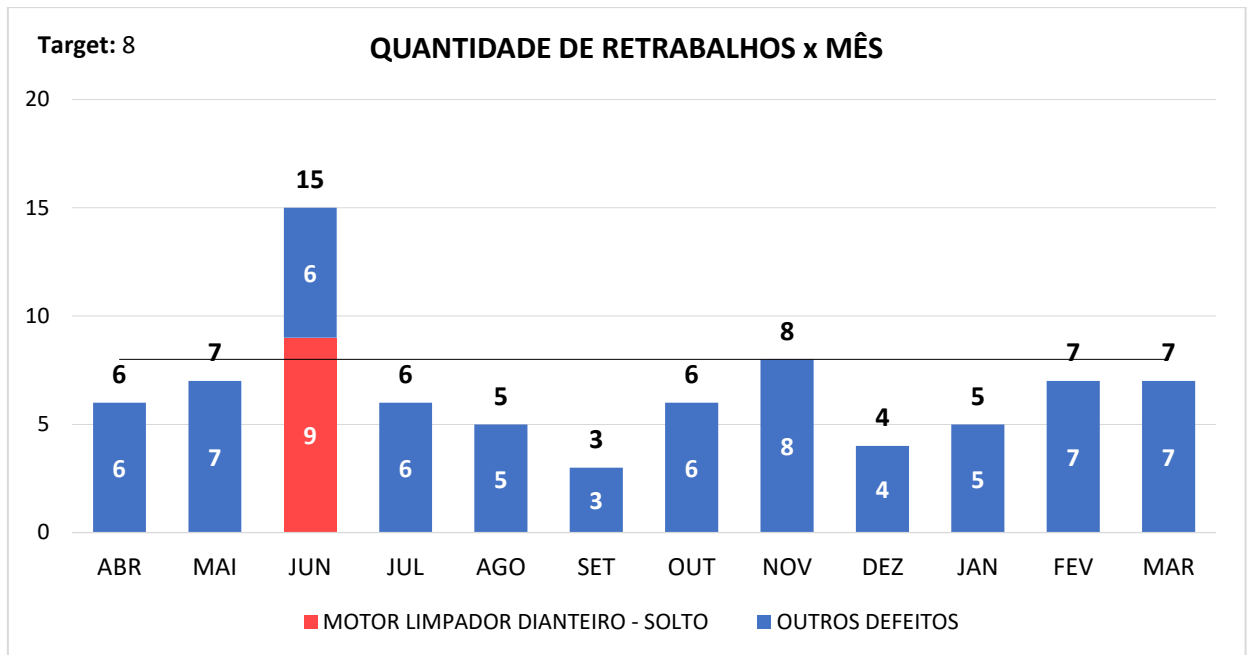
FOLHA DE VALIDAÇÃO DE OPERADOR															
OPERADOR	OPERADOR 1										DATA INÍCIO	10/06/2022			
MATRICULA	XXXXXXXX	1°T	<input checked="" type="checkbox"/>	2T	<input type="checkbox"/>	3T	<input type="checkbox"/>	Área	LINHA X						
												POSTO DE TRABALHO 17 FR			
												DESCRIÇÃO DO POSTO MONTAGEM DO MOTOR DO LIMPADOR DIANTEIRO			
												FOTO 			
												SUPORTE PARA REALIZAR A OPERAÇÃO SIM S NÃO N			
												NÍVEL DE HABILIDADE			
Medição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
DATA	10/jun	13/jun	14/jun	15/jun	16/jun	17/jun	20/jun	21/jun	22/jun	23/jun	24/jun	27/jun	28/jun		
TEMPO OBJETIVO	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30		
TEMPO CICLO MEDIDO	2,5	2,44	2,38	2,3	2,28	2,27	2,27	2,18	2,15	2,1	2,13	2,11	2,1		
TEMPO ACIMA DO POSTO	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
QUANTIDADE DE CICLOS	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
DEFEITOS	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
SUPORTE PARA REALIZAR OPERAÇÃO	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
STATUS	NOK	NOK	NOK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		

FONTE: Elaborado pela autora (2023)

Além disso, há uma rotina de treinamento para que o operador esteja reciclado conforme um cronograma de treinamento pré-determinado, visando que o impacto de NAV eliminado anteriormente com as melhorias aplicadas não volte a acontecer dentro da operação devido a não ciclicidade do treinamento.

Por fim, foi feito um acompanhamento durante alguns meses a fim de checar se o problema de qualidade que originou o estudo foi solucionado. No Gráfico 6, é possível enxergar que as falhas cessaram, em outras palavras, o processo foi executado de forma correta, seguindo uma sequência de tarefas adequadas. Após a aplicação de todas as melhorias, nos meses de Julho a Dezembro de 2022 a quantidade de defeitos referente a montagem do motor do limpador dianteiro solto foi nula, ou seja, não vieram a acontecer qualquer recorrência desse defeito.

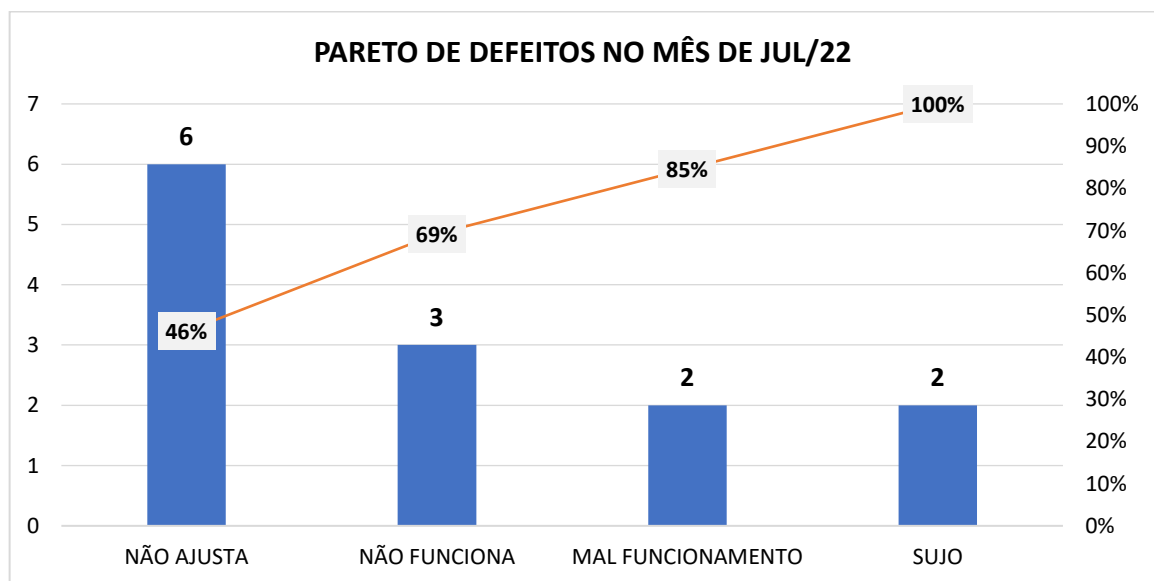
Gráfico 6 – Gráfico de ganhos obtidos



FONTE: Elaborado pela autora (2023)

No mês seguinte, foi realizado novamente um Gráfico de Pareto dos tipos de defeito da área a fim de verificar se o defeito que estava impactando em uma maior porcentagem no indicador de qualidade foi eliminado. No Gráfico 7 é possível enxergar que o defeito “Solto”, responsável por 60% do impacto no indicador de qualidade, foi totalmente eliminado.

Gráfico 7 – Gráfico de Pareto de defeitos após melhorias implementadas



FONTE: Elaborado pela autora (2023)

5 CONCLUSÃO

Para a elaboração desse estudo de caso, buscou-se centralizar na crescente demanda das indústrias automobilísticas de criar um procedimento robusto, caracterizado pela qualidade e eficiência, visando alcançar competitividade no mercado ao fornecer produtos que satisfaçam as exigências e expectativas dos consumidores finais. Dessa forma, optou-se por utilizar as ferramentas do *Lean Manufacturing* para analisar o fluxo de produção e apresentar sugestões de aprimoramento em uma empresa que se dedica à montagem de veículos comerciais, com o objetivo de identificar oportunidades para reduzir desperdícios, aumentar a eficiência e, como resultado, elevar a qualidade dos produtos.

Com a realização dessa pesquisa foi possível abordar sobre o STP e seus principais conceitos e pilares, além de também abordar sobre sistemas de produção e sistemas de manufatura, seus tipos e a melhor aplicabilidade de acordo com seu sistema produtivo, os impactos positivos que ele pode gerar na operação, bem como sua relevância histórica. Além disso, também foram abordados os conceitos sobre o *Lean Thinking* e como esse pensamento pode influenciar diretamente no modo que a empresa estudada opera, otimizando seus processos, reduzindo desperdícios e promovendo uma cultura de melhoria contínua.

Também foi possível efetuar uma análise teórica abordando o trabalho padronizado e expondo seus princípios fundamentais como a produção puxada, fluxograma, *takt time*, tempo de ciclo, sequência de trabalho, análise de tempos e movimentos, Gráfico de Yamazumi e o conceito de produtividade. Adicionalmente, foi abordado sobre folha de procedimento operacional padrão e treinamento, dois elementos primordiais na padronização de processos de montagem, seja para novas montagens ou para aquelas já existentes que estão passando por ajustes.

Ao concluir este estudo, podemos afirmar que os objetivos estabelecidos foram alcançados com êxito. Após analisar todas as ocorrências de problemas de qualidade que surgiram na célula de trabalho selecionada para este estudo de caso, os conceitos apresentados nos Capítulos 3 e 4 foram aplicados como forma de apresentar um antes e depois das melhorias significativas implementadas na célula de trabalho, resultando na eliminação do problema de qualidade e em um novo balanceamento de carga entre as células estudadas.

A aplicação destes métodos em conjunto pode trazer melhorias no processo, aumento de qualidade no produto, produtividade, e melhoria no tempo de execução das atividades. Os principais ganhos nas melhorias implementadas foram a redução das falhas que antes impactavam diretamente no indicador de qualidade, na qual controla a performance da

qualidade no processo produtivo, saindo de um percentual de 35,97% chegando em um resultado de 21,5%, obtendo um ganho de 14,47%. Já no indicador de retrabalhos, que mede a quantidade de veículos que quebram o fluxo de produção para realizarem retrabalhos diminuíram o percentual de 2,1% para 1,2%, chegando em um ganho de 0,9%, devido a eliminação do defeito de montagem do motor do limpador dianteiro solto. Além disso, tivemos ganhos como: otimização da carga de trabalho, distribuição mais equitativa das tarefas entre os operadores na célula para equilibrar as atividades e aprimorar a eficiência do fluxo de trabalho, juntamente com a padronização e documentação das tarefas no posto para facilitar a identificação de problemas.

6 INDICAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, é recomendado ampliar a aplicação dos conceitos de produtividade investigados no estudo de caso atual para todos os outros pontos da linha de produção. Isso visa alcançar maior eficiência, qualidade e integração entre as montagens em todo o processo produtivo. Adicionalmente, é importante propor a aplicação da metodologia do *Lean Six Sigma*, a fim de encontrar e eliminar os problemas de qualidade. Além de também existir a sugestão de realizar um estudo de caso focando especificamente na implementação de máquinas e equipamentos visando a automatização das linhas e na aplicação de ferramentas inteligentes na linha de produção. Por fim, há também a possibilidade de realizar um estudo sobre implementações de Kaizens e sobre arranjo físico das linhas.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, Roberto dos Reis; ANTUNES JR, José Antonio Valle. **Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. Gestão & Produção**, v. 8, p. 1-18, 2001.

ANTUNES, Junico. **Sistemas de produção**. [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2011. E-book. ISBN 9788577802494. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577802494/>. Acesso em: 20 ago. 2023.

ANTUNES, Junico. **Sistemas de produção**. [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2011. E-book. ISBN 9788577802494. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577802494/>. Acesso em: 18 out. 2023.

ARNOLD, J.R Tony. **Administração de Materiais**. 1º.ed. São Paulo: Atlas, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistemas de gestão da qualidade: NBR ISO 9001**. Rio de Janeiro, dez. 2000.

BALLÉ, Michael; JONES, Daniel T.; CHAIZE, Jacques; *et al.* **A estratégia lean: para criar vantagem competitiva, inovar e produzir com crescimento sustentável**. [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2019. E-book. ISBN 9788582605226. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582605226/>. Acesso em: 18 out. 2023.

BARNES, RALPH M. **Estudo de movimentos e de tempos**. Editora Blucher, 1977.

BLACK, J. **O Projeto da Fábrica com Futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.

CAKMAKCI, Mehmet. **Process Improvement: Performance Analysis of the Setup Time Reduction-SMED in the Automobile Industry**. International journal of advanced manufacturing technology, v. 41, n. 1-2, 2008.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. FALCONI Editora, 2014, 9.ed.

CASARIN, N.; TABOADA, C. **Tópicos Especiais de Logística Integrada**. 1. ed. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2012.

COLENGHI, V. M. **O&M e Qualidade Total: Uma integração perfeita**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark. 1997.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica**. [Digite o Local da Editora]: Grupo GEN, 2022. E-book. ISBN 9786559773268. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559773268/>. Acesso em: 19 ago. 2023.

DENNIS, Pascal. **Produção lean simplificada**. [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2011. E-book. ISBN 9788577802913. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577802913/>. Acesso em: 21 ago. 2023.

DE ROLT, Mirian Inês Pauli. **O uso de indicadores para a melhoria da qualidade em pequenas empresas.** Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC, 1998.

DINIZ, Méri Veiga. **Avaliação da implementação do STP/MPT: um estudo de caso.** 2004. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

DIEDRICH, Hélio. **Utilização de conceitos do Sistema Toyota de Produção na melhoria de um processo de fabricação de calçados.** 2002.

DUARTE, R. L. **Procedimento Operacional Padrão - A Importância de se padronizar tarefas nas BPLC.** Curso de BPLC – Belém-PA/ 2005 8p.

FALCÃO, Antônio Sérgio Galindo. **Diagnóstico de perdas e aplicação de ferramentas para o controle da qualidade e melhoria do processo de produção de uma etapa construtiva de edificações habitacionais.** 2001. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FONTES, É. G.; LOOS, Mauricio Johnny. **Aplicação da metodologia Kaizen: um estudo de caso em uma indústria têxtil do centro oeste do Brasil.** Revista, 2016.

FORTE, P. T. G. (2019). **Balanceamento de um Linha de Produção e Implementação de Metodologias Lean** (Doctoral dissertation, Universidade do Porto (Portugal)).

GEORGE, M. L., Maxey, J., Rowlands, D. T., & Upton, M. (2004). **Lean six sigma pocket toolbox.** McGraw-Hill Professional Publishing.

GERALDES, André de Sá Ferreira. **Aplicação de Lean Manufacturing no desenho e montagem de transelevadores.** 2019. Tese de Doutorado.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time.** Production, v. 5, p. 169-189, 1995.

GODINHO FILHO, Moacir; FERNANDES, Flavio César Faria. **Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras.** Gestão & Produção, v. 11, p. 1-19, 2004.

GOMES, F. E. A. **Balanceamento de Linha de montagem na indústria automotiva – um estudo de caso.** Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008.

GORI, Rodrigo Martinez. **O balanceamento de uma linha de montagem seguindo a abordagem lean manufacturing.** ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, v. 32, 2012.

GOUREVITCH, Philip. **Procedimento operacional padrão: uma história de guerra.** São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

HUNTZINGER, J. **The Roots of Lean - Training Within Industry: The Origin of Japanese Management Kaizen.** [S.l.]: Lean Frontiers, 2016. Quoted 3 times on pages 13, 14 e 17.

JACOBS, F. R., & CHASE, R. B. (2012). **Administração de operações e da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: AMGH, 49.

KLIPPEL, A.F; ROCHA, H.M; ABBUD, C; CAIXETA, P.H. **Engenharia de métodos**. 2ª Edição. Porto Alegre: SAGAH, 2017.

KLIPPEL, Altair Flamarion *et al.* **Engenharia de métodos**. 2ª Edição. Porto Alegre: SAGAH, 2017.

KUMAR, N.; MAHTO, D. Assembly line balancing: a review of developments and trends in approach to industrial application. **Global Journal of Research In Engineering**, v. 13, n. 2, p. 39, 2013.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LAUGENI, FERNANDO, P. E PETRÔNIO GARCIA MARTINS. **Administração da produção**. Disponível em: Minha Biblioteca, (3rd edição). Editora Saraiva, 2015.

MAKE, M. R. A., Rashid, M. F. F. A., & Razali, M. M. (2016). **A review of two-sided assembly line balancing problem**. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 1-21.

MANN, David. **Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions**. Productivity Press, 2005.

MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de produção**. [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2015. E-book. ISBN 9788582602164. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582602164/>. Acesso em: 18 out. 2023.

MOREIRA, Sónia Patrícia da Silva *et al.* **Aplicação das ferramentas Lean: caso de estudo**. 2011. Tese de Doutorado.

NAUFAL, A. A., Jaffar, A., Noriah, Y., & Halim, N. H. A. (2013). **Implementation of continuous flow system in manufacturing operation**. Applied Mechanics and Materials, 393, 9 – 14.

NITO, Lisiane Cristina *et al.* **Aplicação do trabalho padronizado com foco na produtividade: um estudo de caso em uma empresa do setor automotivo**. 2012.

OHNO, T. (1988). **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**. Portland, OR: Productivity Press.

ROCHA, Duílio Reis da. **Balanceamento de linha – um enfoque simplificado**. Revista de Administração e Contabilidade Faculdade 7 de Setembro, Vol. 2 n° 01, 2005.

ROTHER, Mike; HARRIS, Rick. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

SCHMENNER, ROGER W. **Administração de operações de serviços**. Trad. de Lenke Peres. Revisão técnica de Petrônio Garcia Martins. Editora Futura, São Paulo, 419p, 1999.

SILVA, L.J.M. (2021). **A aplicação do lean six sigma para melhoria da gestão de processos de uma empresa do setor eletroeletrônico: estudo de caso.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil. http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/13590/1/Dissertacao_AplicacaoLeanSix.

SILVEIRA, A. O.; COUTINHO, H. H. **Trabalho padronizado: A busca por eliminação de desperdícios.** Revista INICIA, n. 8, p. 8-16. Santa Rita do Sapucaí, MG, 2008.

SHINGO, Shigeo. O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção. [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 1996. E-book. ISBN 9788577800995. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577800995/>. Acesso em: 22 jul. 2023.

SCHMENNER, Roger W. **Administração de operações em serviços.** Futura, 1999.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Operations management.** 6. ed. Edinburgh Gate: Pearson, 2010. 713 p.

SLACK, NIGEL, *et al.* **Administração da Produção,** 8ª edição. Grupo GEN, 2018.

SLACK, NIGEL, *et al.* **Gerenciamento de Operações e de Processos: Princípios e práticas de impacto estratégico.** Bookman Editora, 2013.

SMALLEY, A. **Toyota's New Material-Handling System Shows TPS's Flexibility.** 1 dez. 2009.

SMITH, Adam. **A Riqueza das Nações-Adam Smith: Vol. I.** LeBooks Editora, 2020.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: Operações industriais e de serviços.** Unicenp, 2007.

VIEIRA, Everton Luiz. **Proposta de melhoria no layout de um laboratório de análises clínicas utilizando o fluxograma de processo e o diagrama de spaghetti.** The Journal of Engineering and Exact Sciences, v. 6, n. 1, p. 0023-0028, 2020.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2015.




ZIMMERMANN, C.C. TILLHE, M.T. BOTELHO, R. FARIA, R, B. **O serviço “enxuto”.** Cadernos discentes COPPEAD, n.4, p.5-29. Rio de Janeiro, 2000.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

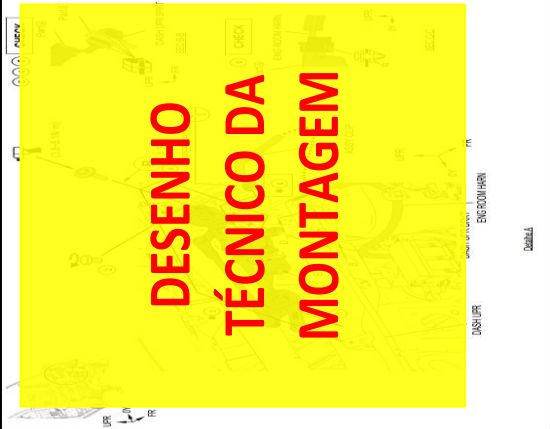
WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **From lean production to the lean enterprise.** IEEE Engineering Management Review, p. 38-46, 1996.

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis Sigma - Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing.** [Digite o Local da Editora]: Grupo GEN, 2011. E-book. ISBN9788595158214. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595158214/>

ANEXO A – Tabela 7

ITEM	DESCRIÇÃO DA SEQUENCIA DE FIXAÇÃO	CONDIÇÃO
FOLHA POP	FIXAÇÃO DOS 3 PARAFUSOS NA SEQUENCIA 1,2 E 3.	OK 
OPERADOR 1º TURNO	FIXAÇÃO DOS 3 PARAFUSOS NA SEQUENCIA 2,1 E 3.	NOK 
OPERADOR 2º TURNO	FIXAÇÃO DOS 3 PARAFUSOS NA SEQUENCIA 3,2 E 1.	NOK 

ANEXO B – Figura 10

Folha de Procedimento Operacional Padrão (POP)										
Nome da Operação		MONTAGEM DO MOTOR DO LIMPADOR DIANTEIRO		Nome do Processo		123456 - 789		Folha 01 / 01		
Equipamentos de Segurança		LUVAS, SAPATO DE SEGURANÇA, ÓCULOS DE SEGURANÇA E PROTETORES AURICULARES		Data da Modificação:		Modificação:		PLANTA GERENCIA		
Ferramentas		APERTADEIRA ELÉTRICA COM BIT : 10 mm EXT: 100mm		Data da Modificação:		Modificação:		1 2 3 4 5 6 7		
Tempo de Aprendizagem		1 DIA		Data da Modificação:		Modificação:		RESENDE NOME		
Modelo		Modelo 1		Data da Modificação:		Modificação:				
No. De Controle		123456 - 789		Data da Modificação:		Modificação:				
No.	Análise	No.	Etapa Principal	Tempo	Ponto chave (Razão)	Ilustração				
1	PEGAR WIPER "MOTOR" NO CARRINHO DE SEQUENCIAMENTO E 3 PARAFUSOS E POSICIONAR E POSICIONAR NO SUPORTE DA LAMINA DE ALINHAMENTO A EJAÇÃO DO WIPER "MOTOR" COM A FURAÇÃO DA CARROÇERIA CONFORME FOTO 1.	1	COLOCAR WIPER/DRIVE "MOTOR DO LIMPADOR DIANTEIRO" NO SUPORTE DO BODY "CORROCIERA".	0 4	1- POSICIONAR O WIPER/DRIVE "MOTOR DO LIMPADOR" NO SUPORTE CONFORME FOTO 1. (PARA NÃO MONTAR ERRADO)					
2	PEGAR APERTADEIRA ELÉTRICA E PRÉ-ROSCAR OS 3 PARAFUSOS FIXAR NA SEQUÊNCIA OS PARAFUSOS 1, 2 e 3 CONFORME FOTO 2.	2	FIXAR 3 BOLTS "PARAFUSOS" NO WIPER DRIVE "MOTOR DO PARABRISA" NO SUPORTE	0 6	1- PRÉ-ROSCAR MANUALMENTE O PARAFUSO COM 3 FILETES DE ROSCA (PARA QUE O PARAFUSO SE ENCAIXE) 2- FIXAR OS BOLTS "PARAFUSOS" ATÉ O FINAL (PARA NÃO HAVER RUÍDOS) CONFORME FOTO 2.					
	EM SEQUÊNCIA, FIXAR OS BOLTS "PARAFUSOS" ATÉ O FINAL PARA NÃO HAVER RUÍDOS CONFORME FOTO 2.									
3	CONFIRMAR A MONTAGEM COM UM PUXÃO PARA SI SE OS BOLTS "PARAFUSOS" ESTÃO FIXADOS ATÉ O FINAL E SE HÁBIL "CHICOTE" ESTÁ BEM PRESO COM UM PUXÃO PARA TRÁS CONFORME CHECK 1 e 2.	3	VERIFICAR MONTAGEM WS WIPER DRIVE "MOTOR DO LIMPADOR DIANTEIRO"	0 3	1- CONFIRMAR PUXANDO PARA SI SE OS BOLTS "PARAFUSOS" ESTÃO ATÉ O FINAL (PARA NÃO HAVER RUÍDOS) CONFORME CHECK 1. 2- CONFIRMAR COM UM PUXÃO SE O HÁBIL "CHICOTE" ESTÁ BEM PRESO (PARA GARANTIR O BOM FUNCIONAMENTO).					
				Total	0 13					
SITUAÇÃO ANORMAL OU CASOS ESPECIAIS										
1-QUALQUER ANOMALIA ACIONAR IMEDIATAMENTE O CORDÃO DO GRUPE CHAMAR IMEDIATAMENTE O SUPERVISOR OU LIDER.										
							No. DA FOP	20		
							CÓDIGO	A		
							NOME DA PEÇA	DRIVE ASSY-WSWIPER		
							No DE PEÇA	28805RA1A		
							QUANTIDADE	1		

