

*“Não procure seguir os passos dos velhos mestres.
Procure, em vez disso, o que os mestres
procuraram”*

Haiku Matsu

“É justo que muito custe o que muito vale”

Sta Thereza d'Avila

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por conduzir e iluminar as minhas escolhas, por conceder-me a oportunidade de aprendizagem contínua na realização do mestrado em Engenharia e Gestão Industrial em Portugal, que acredito que será a porta de entrada de um caminho repleto de novas conquistas. A Ele agradeço por me fortalecer a cada vez que me enfraqueci e por me abençoar com perseverança, sabedoria e convicção.

Em segundo lugar, agradeço à minha família e em especial ao meu marido que me encorajou a realizar a inscrição ao mestrado, me motivou no percurso, me incentivou a não desistir em momentos difíceis e mais importante, nunca deixou de acompanhar de perto toda a minha trajetória e vivenciou junto a mim todos os meus desafios, incertezas e conquistas.

Em terceiro, agradeço ao meu orientador Engenheiro Especialista Fernando José Loureiro da Silva por toda a disponibilidade, auxílio e direcionamento que me permitiram realizar o desenvolvimento desta dissertação. Devo mencionar também, todo o corpo docente que fez parte da construção de todo o conhecimento para a aplicação teórica e prática necessária no desenvolvimento do trabalho final de mestrado.

Por fim, não poderia deixar de agradecer à empresa de estudo que permitiu o desenvolvimento deste projeto e confiou em mim a realização de mudanças e melhorias contínuas em seus processos.

RESUMO

O pensamento *Lean* se traduz pelas ações de definição de valor, redução de desperdícios e aplicação da melhoria contínua. A presente pesquisa objetiva caracterizar a metodologia do *Lean Manufacturing* e os princípios norteadores, tendo em consideração as suas aplicabilidades e resultados positivos na produtividade das indústrias.

Para tanto, foi realizada uma revisão de literatura em livros e artigos científicos para o levantamento das referências bibliográficas existentes sobre o assunto com enfoque no resultado e melhoria apresentada após sua implementação. A revisão de literatura permitiu observar que a aplicação dos princípios do *Lean Manufacturing* é capaz de aumentar significativamente a produtividade e a eficiência das empresas de diversos mercados uma vez que é transversal e adaptável.

Nesta dissertação é demonstrado um modelo de aplicação do *Lean Manufacturing*, baseado em seus princípios e ferramentas, que levou a redução de desperdícios e paragens de máquinas e o aumento de produtividade em 61% numa indústria de fabricação de bicicletas. O Pensamento *Lean* é tão poderoso que é capaz de alterar e melhorar desde pequenos processos até mesmo a cultura de uma empresa e torná-la mais rentável por meio da solução de problemas, eliminação de desperdícios, padronização de processos e aumento da satisfação dos funcionários, a refletir conseqüentemente na redução de custos e aumento da produtividade e eficiência das operações.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*. Melhoria contínua. Produtividade. Eficiência. Desperdícios.

ABSTRACT

Lean Thinking translates into actions to define value, reduce waste, and apply continuous improvement. The present research aims to characterize the Lean methodology, the guiding principles, considering its applicability and positive productivity results in the industry.

To this end, a literature review was carried out in books and scientific articles to survey the existing bibliographic references on the subject with a focus on the result and improvement presented after its implementation. The literature review allowed us to observe that the application of Lean principles is capable to significantly increase the productivity and efficiency of companies in different markets since it is transversal and adaptable.

This dissertation demonstrates an application model of Lean Manufacturing, based on its principles and tools, which led to a reduction in waste, machine downtime and increase productivity by 61% in a bicycle Manufacturing industry. The Lean Thinking is so powerful that it can change and improve from small processes to even the culture of a company and make it more profitable by solving problems, eliminating waste, standardizing processes, and increasing employee satisfaction, consequently reflected in cost reduction and increased productivity and efficiency of operations.

Keywords: Lean Manufacturing. Continuous improvement. Productivity. Efficiency. Waste

SIGLAS

EUA: Estados Unidos da América.

GBO: Gráfico de Balanceamento de Operadores.

GM: *General Motors*.

IT: Instrução de Trabalho.

JIT: *Just-in-Time*

KPI: *Key performance indicator*. Indicador Chave de *Performance*.

OEE: *Overall Equipment Effectiveness*.

PDCA: *Plan, Do, Check e Act*. Planejar, fazer, verificar e agir.

PME: pequenas e médias empresas.

POP: procedimento operacional padrão.

STP: Sistema Toyota de Produção.

TA: Turno A.

TB: Turno B.

TC: Turno C.

VSM: *Value Stream Mapping*.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	19
1.1 Enquadramento	19
1.2 Metodologia	21
1.3 Estrutura	23
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1 Origem e história do <i>Lean Manufacturing</i>	25
2.2 Os Princípios do <i>Lean Thinking</i>	27
2.2.1 Especificar o valor.....	27
2.2.2 Definir o fluxo de valor	28
2.2.3 Criar fluxo contínuo	29
2.2.4 Puxar	30
2.2.5 Procurar a perfeição	32
2.3 Os 8 Desperdícios <i>Lean</i>	33
2.4 Ferramentas <i>Lean</i>	37
2.4.1 <i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	37
2.4.2 5S.....	39
2.4.3 Diagrama de causa e efeito (Ishikawa).....	40
2.4.4 5W1H	41
2.4.5 Gráfico de Pareto.....	42
2.4.6 Gestão visual	42
2.4.7 <i>Kanban</i>	44
2.4.8 <i>Kaizen</i>	46
2.4.9 Gráfico de Balanceamento de Operadores	47
2.4.10 PDCA	49
2.4.11 Relatório A3	51
2.4.12 Indicadores e medidores de desempenho	52
2.4.13 Padronização	54
2.5 Relação entre a implementação do <i>Lean</i> e o aumento da produtividade	56
3. MODELO DE APLICAÇÃO	61
3.1 Fase de Diagnóstico	61
3.1.1 Etapa de Estudo.....	61
3.1.2 Etapa de Coleta de dados	63
3.1.3 Etapa de Análise de dados.....	64
3.2 Fase de Implementação	65

3.2.1	Etapa de Planear	65
3.2.2	Etapa de Formar	66
3.2.3	Etapa de Aplicar	66
3.3	Fase de Controlo	67
3.4	Fase de Encerramento	68
3.4.1	Etapa de Correção	68
3.4.2	Etapa de Padronizar	68
3.4.3	Etapa de Melhoria contínua	70
4.	CASO DE ESTUDO	71
4.1	Apresentação da empresa	71
4.2	Caracterização do setor de maquinaria	73
4.3	Aplicação do modelo proposto	76
4.3.1	Passo 1: Visita ao chão de fábrica. Fase diagnóstico, etapa Estudo	76
4.3.2	Passo 2: Aplicação do controlo de produção. Fase diagnóstico, etapa Coleta de Dados.	78
4.3.3	Passo 3: Cronometrar atividades. Fase diagnóstico, etapa Coleta de dados	79
4.4.4	Passo 4: Priorizar Ineficiências. Fase diagnóstico, etapa Análise de dados	82
4.4.5	Passo 5: Definir principais indicadores. Fase diagnóstico, etapa Análise de dados	84
4.4.6	Passo 6: <i>Brainstorming</i> de soluções. Fase Implementação, etapa Planeamento	84
4.4.7	Passo 7: Criar planeamento do projeto. Fase Implementação, etapa Planeamento	87
4.4.8	Passo 8: Formar colaboradores. Fase Implementação, etapa Formação	88
4.4.9	Passo 9: Aplicar plano de ação. Fase Implementação, etapa Aplicação	89
4.4.10	Passo 10: Monitorização dos Indicadores. Fase Controlo, etapa Comparação	95
4.4.11	Passo 11: Elaborar Lições aprendidas. Fase Encerramento, etapa Correção	101
4.4.12	Passo 12: Padronizar Processos. Fase Encerramento, etapa Tornar padrão	102
4.4.13	Passo 13: Procura pela perfeição. Fase Encerramento, etapa Melhoria contínua	103
5.	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	105
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
	APÊNDICE A – Formulário pré-diagnóstico	111
	APÊNDICE B – Folha controlo de produção	113
	APÊNDICE C – Instrução de Trabalho - Embalagem	115
	APÊNDICE D – Instrução de Trabalho - Torno Dupla face.	117

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> As cinco etapas da metodologia.....	21
<i>Figura 2:</i> Classificação das atividades na análise de um fluxo de valor.....	28
<i>Figura 3:</i> Processamento em lotes de produção.....	29
<i>Figura 4:</i> Processamento em Fluxo contínuo.	30
<i>Figura 5:</i> Sistema Empurrado x Sistema Puxado.	31
<i>Figura 6:</i> Os cinco princípios do <i>Lean</i>	32
<i>Figura 7:</i> Os três tipos de desperdício: <i>Muda, Mura e Muri</i>	33
<i>Figura 8:</i> <i>Muda</i> : os 8 desperdícios.	34
<i>Figura 9:</i> <i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	38
<i>Figura 10:</i> Modelo Diagrama de Ishikawa.	41
<i>Figura 11:</i> Modelo ferramenta 5W1H.	41
<i>Figura 12:</i> Modelo Gráfico de Pareto.	42
<i>Figura 13:</i> Gestão visual: <i>andon</i>	43
<i>Figura 14:</i> Cartão <i>kanban</i>	45
<i>Figura 15:</i> Ferramenta <i>Kaizen</i>	47
<i>Figura 16:</i> Gráfico de Balanceamento de Operadores (GBO).....	48
<i>Figura 17:</i> Ciclo PDCA.....	50
<i>Figura 18:</i> Modelo Relatório A3.....	52
<i>Figura 19:</i> Carta de Trabalho Padrão.....	55
<i>Figura 20:</i> Resultados estudos de caso: implementação do <i>Lean</i>	60
<i>Figura 21:</i> Estrutura do modelo de aplicação.	61
<i>Figura 22:</i> Fluxo do processo de fabricação de aros de bicicletas.....	72
<i>Figura 23:</i> Setor de maquinação: tornos, autocolantes e embalagem.....	73
<i>Figura 24:</i> Média de produção de aros por turno.....	74
<i>Figura 25:</i> Produção por turno.....	74
<i>Figura 26:</i> Capacidade disponível x capacidade utilizada.....	75
<i>Figura 27:</i> Capacidade utilizada por turno.	75
<i>Figura 28:</i> Etapas, fases e passos da implementação do modelo proposto.....	76
<i>Figura 29:</i> Formulário pré-diagnóstico.....	77
<i>Figura 30:</i> Controlo de produção.....	79
<i>Figura 31:</i> Crono-análise torno dupla face.	81
<i>Figura 32:</i> Crono-análise torno convencional.....	81
<i>Figura 33:</i> Crono-análise embalagem.....	81
<i>Figura 34:</i> Paragens de máquinas em relação ao tempo disponível.	82
<i>Figura 35:</i> Motivos de paragens do torno.....	82
<i>Figura 36:</i> Diagrama de Pareto: paragens do torno	83
<i>Figura 37:</i> Peças boas x peças retrabalho x peças descarte.	83
<i>Figura 38:</i> Motivos de retrabalho.	84
<i>Figura 39:</i> Relatório A3: implementação do Pensamento <i>Lean</i>	88
<i>Figura 40:</i> Kit material de limpeza.	90
<i>Figura 41:</i> Caixa de ferramentas individuais.	94
<i>Figura 42:</i> GBO antes da implementação <i>Lean</i>	95
<i>Figura 43:</i> GBO atual.	95
<i>Figura 44:</i> Indicadores de monitorização.	96

<i>Figura 45:</i> Paragens de máquinas em relação ao tempo disponível – pós implementação	97
<i>Figura 46:</i> Motivos de paragens do torno – pós implementação	97
<i>Figura 47:</i> Produção total – pós implementação	97
<i>Figura 48:</i> Produtividade – pós implementação	97
<i>Figura 49:</i> Capacidade disponível x capacidade utilizada – pós implementação.....	97
<i>Figura 50:</i> Resultados pós implementação.	98
<i>Figura 51:</i> Motivo retrabalho - pós implementação.	100
<i>Figura 52:</i> Peças boas x retrabalho x descarte - pós implementação.....	100
<i>Figura 53:</i> Antes x depois área embalagem.....	101
<i>Figura 54:</i> Fluxograma contramedidas e melhoria contínua.	102

1. INTRODUÇÃO

O primeiro capítulo desta dissertação está dividido em três subcapítulos que têm como propósito a exposição, relevância e enquadramento do tema selecionado, bem como o objetivo do estudo, seguido pela apresentação da metodologia utilizada e a estruturação dos capítulos desenvolvidos para a definição deste trabalho.

1.1 Enquadramento

Os mercados ao estarem em constante mudança e evolução tecnológica, estão a tornar-se cada vez mais globalizados. Sendo assim, é possível notar um progressivo aumento da competitividade entre empresas, uma vez que as inúmeras exigências por parte dos clientes tornam-se gradualmente mais complexas: consumidores exigem produtos personalizados, de maior qualidade, com entregas mais rápidas e a preços mais baixos.

O novo desafio para as indústrias atualmente é atender as procuras específicas e personalizadas dos clientes que surgem cada vez mais em atividade no fim da linha de produção. As indústrias precisam conseguir responder e se adaptar rapidamente às mudanças do mercado consumidor, serem flexíveis e ágeis a fim de passar a fabricar produtos cada vez mais individualizados. O obstáculo é estar disponível para atender a procura de consumidores cada vez mais exigentes e, ao mesmo tempo, não aumentar os custos de produção.

Pode-se dizer que a procura pela redução de desperdícios nas organizações é um fator de vantagem competitiva, pois vai de encontro ao aumento de eficiência e eficácia na execução de tarefas que por sua vez levam a redução de custos. Cada vez mais as empresas procuram evoluir suas técnicas a fim de obterem maior valor agregado, anseiam pela redução do tempo e das despesas e obtenção de lucro. A filosofia do *Lean Manufacturing*, quando bem aplicada, ajuda na conquista desses três objetivos: em sua essência é a procura por encontrar uma maneira de fazer mais com menos recursos, de forma a tentar sempre fornecer aos consumidores o que eles realmente necessitam, na quantidade que desejam e no prazo esperado.

A filosofia do pensamento *Lean*, também conhecida como Pensamento *Lean*, surgiu após a segunda guerra mundial, pela empresa Toyota com a implementação do *Lean Manufacturing*, na altura designado por Sistema Toyota de Produção (STP). A revolução foi tão grande que definiu e define a forma como todas as fábricas de montagem de veículo produzem seus automóveis até aos dias de hoje (Womack et al., 2004).

De acordo com Liker (2007), o *Lean Manufacturing* é pautado por cinco princípios básicos: definir valor para o cliente, definir o fluxo de valor, tornar o fluxo contínuo, desenvolver a produção puxada e por fim aplicar a melhoria contínua. Em razão do pensamento *Lean* ser considerado uma filosofia torna-se possível aplicá-lo em diferentes setores de organizações.

O segredo do sucesso da Toyota é a excelência operacional que é baseada em métodos de melhoria de qualidade por meio de ferramentas que a empresa criou e utiliza até hoje em seus processos. Segundo Liker & Franz (2013; p. 6), “as empresas que buscam excelência em seus produtos e serviços têm desempenho superior àquelas que focam apenas em objetivos financeiros de curto prazo”. O modelo Toyota é um caminho para a excelência, o foco da metodologia é sempre agregar valor para o cliente e sociedade, ao aplicar a filosofia *Lean*, ao desenvolver pessoas excepcionais e ao desafiá-las em direção à melhoria contínua.

Miragaya (2021) evidencia que a Toyota recuperou em 2021 a liderança como a marca automóvel mais valiosa do mundo, a valer US\$ 59,5 mil milhões. O autor ainda cita que mesmo num ano marcado pela crise do novo Coronavírus, que travou o consumo, interrompeu produções e sofreu com a falta de matéria-prima a companhia conseguiu aumentar as vendas no primeiro trimestre de 2020 no Japão, na América do Norte e Europa. Os principais fatores para o alto valor da marca ocorreram, não só pelo desempenho financeiro, mas também pelas operações fabris da empresa japonesa, que sabe como nenhuma outra, aplicar os princípios *Lean* e reduzir seus custos operacionais por meio da eliminação de desperdícios.

No meio fabril o *Lean Manufacturing* já é bem difundido e empresas que aplicam essa filosofia obtém vantagem competitiva, além de reduzirem custos e aumentarem as suas receitas. Sabendo que por trás da implementação do *Lean Manufacturing* existe a redução de desperdícios, questiona-se: É possível aumentar a produtividade a partir da aplicação do *Lean Manufacturing*? O que dizem os estudos relativos à aplicação do *Lean Manufacturing*?

A escolha do tema da aplicação do *Lean Manufacturing* para acarretar oportunidades de melhorias nos processos, bem como o aumento da produtividade é pertinente e justifica-se uma vez que responde às três principais relevâncias: social, pois contribui para a necessidade social da população em direção a reduzir custos e melhorar suas tarefas diárias continuamente a partir do Pensamento *Lean*. Relevância industrial, pois a metodologia adequa-se a qualquer processo fabril e, por último, relevância acadêmica, de forma a acrescentar conhecimento e aprendizado relacionado a filosofia *Lean* aos diversos estudantes e pesquisadores. Ao estar vinculado à área

de Gestão industrial o tema em questão é de máximo interesse próprio para aprofundamento teórico e futuros trabalhos práticos à nível experimental.

O estudo de caso desta dissertação será direcionado a uma indústria de fabricação de bicicletas que inicialmente possui o setor de maquinação a trabalhar em três turnos com inúmeras ineficiências e desperdícios expressivos, sendo que as paragens de máquinas constantes são o maior desperdício que resultam em produção abaixo da capacidade do setor. No início do estudo o turno A utilizava 39% da sua capacidade, o turno B utilizava 56% e o Turno C 26%. Dentro deste contexto procurava-se saber: É possível, a partir da implementação do *Lean*, reduzir as paragens de máquinas e ineficiências do processo e assim aumentar a produtividade do setor de maquinação?

Neste sentido, esta dissertação possui dois objetivos principais, o primeiro refere-se à construção da base teórica a fim de realizar a verificação em publicações de diferentes autores sobre a correlação entre a aplicação do *Lean Manufacturing* e o aumento da produtividade nas indústrias. Tendo constatado certa relevância entre estes dois termos, forma-se o segundo objetivo que é implementar a filosofia *Lean*, baseada nos seus princípios e com o apoio das suas próprias ferramentas, numa indústria de Bicicletas com intuito de auxiliar o alcance de maiores níveis de produtividade a partir da redução dos desperdícios e paragens de máquinas.

1.2 Metodologia

A metodologia utilizada na presente dissertação foi dividida em 5 etapas. A Figura 1 apresenta de forma gráfica a sequência das etapas para posteriormente serem detalhados os pormenores de cada uma delas.

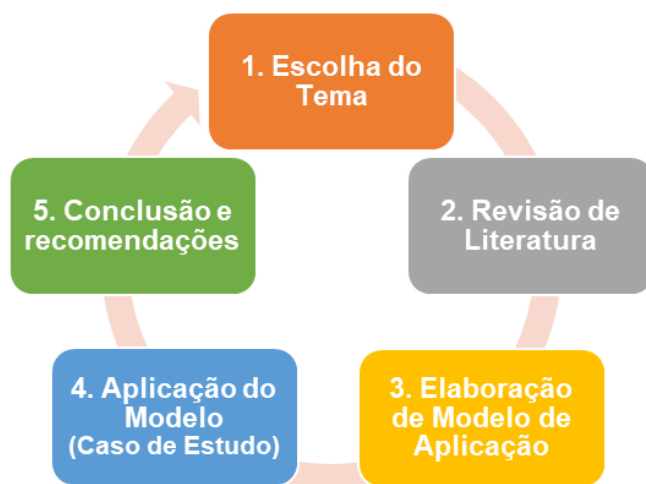


Figura 1: As cinco etapas da metodologia.

De acordo com Gil (2017), para que se consiga avaliar a qualidade de uma pesquisa, é fundamental conhecer como os dados foram obtidos, bem como as formas utilizadas na análise e interpretação. Deste modo, classifica-se a natureza dos dados como pesquisa quantitativa e qualitativa aplicada, na qual o objetivo é gerar conhecimento a partir da ação teórico prática em direção a solução de problemas específicos e reais.

Na procura por máxima eficiência fez-se um planeamento de pesquisa sistematizada no qual se dividiu a investigação em duas principais fases: a primeira em que a revisão de literatura foi concebida por meio de pesquisas em livros de autores considerados referências no tema da manufatura e Pensamento *Lean*. Já na segunda fase foi realizado o levantamento bibliográfico aprofundado de artigos científicos que demonstraram a partir da implementação do *Lean Manufacturing*, o aumento da produtividade nas indústrias.

Do ponto de vista de Gil (2017, p. 17):

Pode-se definir pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa é requerida quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema.

Com o princípio de obter maior cobertura na gama de publicações a envolver o tema da implementação do *Lean Manufacturing* foi realizado um estudo exploratório e qualitativo a fim de proporcionar familiaridade com a área de estudo, bem como a delimitação do tema. O estado da arte foi definido principalmente por artigos publicados entre 2017 e 2022 em revistas indexadas nas bases de dados *B-ON*, *Scielo* e *Scopus*. Para tal pesquisa utilizou-se as palavras-chaves *implementation*, *Lean Manufacturing*, *increase productivity* e *reducing waste*.

O estudo de caso foi realizado no ambiente fabril de uma indústria de fabricação de bicicletas. As atividades desenvolvidas abordaram o processo de maquinação, colagem e embalagem de aros e dividiram-se em três momentos:

No primeiro momento, para maior compreensão do problema, foram realizadas visitas técnicas à empresa e exploração dos principais desafios junto ao diretor e funcionários diretamente envolvidos. Foi necessária a coleta de dados, criação de indicadores e observação da rotina do setor para iniciar os estudos, então foram feitas análises quantitativas em relação às paragens de produção e índice de produtividade. Análises qualitativas serviram para verificação do modelo de organização do setor e o planeamento das atividades, bem como a satisfação dos funcionários.

No segundo momento foi proposto e colocado em prática um modelo de aplicação baseado nos princípios e ferramentas *Lean* para melhoria dos processos de maquinação com

objetivo de reduzir paragens de máquinas e aumentar a produção, bem como a produtividade. No terceiro momento, a partir do controlo de indicadores, houve a comparação de resultados antes e após a implementação dos princípios do *Lean*. E por fim, no último momento houve o encerramento formal do projeto com a padronização dos processos.

1.3 Estrutura

O presente trabalho encontra-se organizado em 5 capítulos, o Capítulo 1 apresenta a introdução que proporciona uma visão geral do *Lean Manufacturing* e sua relação com o contexto atual, assim como o enquadramento ao qual se define. Apresenta-se também o âmbito de aplicação do caso de estudo, o objetivo proposto, a justificativa e relevância do tema escolhido, bem como a metodologia de pesquisa adotada para tal elaboração.

O segundo capítulo refere-se a revisão bibliográfica. Neste capítulo, o objetivo é resumir informações relevantes publicadas pelos principais atores e autores do Pensamento *Lean* e está dividido por subcapítulos que apresentam a história do *Lean Manufacturing*, os princípios da filosofia, os 8 desperdícios do *Lean*, as principais ferramentas de implementação e por fim, um subcapítulo para demonstrar o sucesso da relação entre a aplicação do *Lean* e o aumento de produtividade.

O capítulo três dedica-se a descrever a metodologia de aplicação de elaboração própria que teve como base de inspiração a metodologia *PDCA* (*Plan, Do, Check, Act*) utilizada nos projetos de aplicação do *Lean Manufacturing*. A metodologia proposta divide-se em quatro fases denominadas Diagnóstico, Implementação, Controlo e Encerramento, cada fase contém seus próprios estágios, a totalizar 10 etapas e 13 passos fundamentais para implementação da metodologia desenvolvida.

O quarto capítulo refere-se ao caso de estudo no qual será apresentada a empresa de estudo, além das informações relevantes para o desenvolvimento, a aplicação das etapas do modelo desenvolvido e os resultados obtidos. O quinto e último capítulo é reservado para a conclusão do estudo, assim como as recomendações deixadas para que a empresa possa dar continuidade em sua trajetória para a melhoria contínua dos processos.

Por fim, este trabalho final de mestrado termina com as referências bibliográficas escolhidas a partir da seleção de casos relevantes que demonstraram o sucesso da aplicabilidade do *Lean Manufacturing* em diferentes sectores industriais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentada a pesquisa bibliográfica como base teórica obtida a partir da revisão de literatura de grandes escritores, responsáveis por difundirem o conceito do *Lean Manufacturing*, hoje conhecido no mundo todo. Ao longo desta secção serão apresentadas a origem do *Lean*, os princípios fundamentais da filosofia, os principais desperdícios, as principais ferramentas e por fim, o estudo aprofundado em diversos artigos para identificar a relação da implementação do *Lean Manufacturing* com o aumento de produtividade.

2.1 Origem e história do *Lean Manufacturing*

Segundo Joint Commission (2013), renomada instituição certificadora na área hospitalar e reconhecida por impulsionar a melhoria da qualidade e da segurança dos pacientes, a origem do pensamento *Lean*, deve-se principalmente ao Sakichi Toyoda, fundador do grupo Toyota. Em 1902, Toyoda automatizou uma máquina de tear para parar de funcionar assim que um filamento se rompesse. Essa invenção revolucionária viabilizou o comando de vários teares por um único operador, além de reduzir defeitos e aumentar a produção.

Após visitar os Estados Unidos da América (EUA), Sakichi Toyoda constatou que a indústria estava prestes a passar por uma grande mudança: o mundo estava a evoluir e a tecnologia do futuro seria a fabricação de automóveis. A partir de então Toyoda passou a ensinar seu filho Kiichiro e deu-lhe a tarefa de estudar o funcionamento da linha de montagem da Ford, indústria automobilística de sucesso nos EUA (Liker, 2007).

Com o objetivo de obter preços unitários cada vez mais baixos, o sistema da Ford era baseado na produção em massa. No entanto, para que este sistema funcionasse eram necessários profissionais especializados numa única tarefa de modo que o tempo de produção por peça fosse menor e com isso possibilitasse o maior número de peças produzidas. O lote de produção era o maior possível, uma vez que o tempo de preparação dos equipamentos associado à mudança de produto era dispendioso. Assim, com qualidade e variedade reduzidas, os preços eram mais baixos, de modo a aumentar a rentabilidade da empresa (Ohno, 1997).

Segundo Liker (2007), nos finais da Segunda Guerra Mundial, a Toyota enfrentava condições muito inferiores aos seus concorrentes Ford e General Motors (GM). Enquanto as concorrentes utilizavam equipamentos de grande porte, produção em massa e economia de escala, a Toyota possuía mercado e recursos reduzidos, sistema de fornecimento escasso e não tinha espaço na fábrica para armazenar. Enquanto o EUA podia produzir 9000 unidades de

automóveis por mês a Toyota produzia 900, por essas razões as perdas no processo passaram a ser inadmissíveis.

O presidente da *Toyota Motors Manufacturing*, Eiji Toyoda e o administrador Taiichi Ohno concluíram que a produção em massa não iria funcionar no Japão devido à conjuntura do país e viram-se obrigados a seguir uma estratégia diferente: aperfeiçoar o processo existente e reduzir custos de modo a igualar a produtividade da Ford com maior qualidade, baixo custo, menor *lead time*, maior flexibilidade e fluxo contínuo de produção. Assim, pode-se concluir que a história do Sistema Toyota de Produção (STP) inicia-se com a necessidade de o Japão tentar competir com os sistemas criados e até então utilizados nas indústrias dos países Ocidentais (Liker, 2007).

Podemos comprovar a informação acima pelas próprias palavras de Ohno (2015, prefácio do livro Yasuhiro Monden):

A técnica que chamamos de Sistema Toyota de Produção nasceu do esforço para alcançar o ritmo das montadoras de automóveis das nações avançadas do Ocidente ao final da Segunda Guerra Mundial. Acima de tudo, um dos nossos propósitos mais importantes era aumentar a produtividade e reduzir os custos.

Em 1991 o escritor James Womack lançou o livro intitulado *A Máquina que Mudou o Mundo* para difundir entre as organizações e empresários uma nova e melhor maneira de organizar e gerir a produção criada pela Toyota que até aquele momento possuía sua própria designação como STP. Devido a característica da produção cada vez maior com menos recursos, menos desperdícios e menos tempo, o autor batizou o nome para *Produção magra*, ou em inglês *Lean Manufacturing*. A partir do lançamento deste livro o nome da metodologia e filosofia ficou globalmente conhecido (Womack & Jones, 2003).

Nos dias de hoje, a produção pautada por princípios do *Lean manufacturing* evoluiu para algo muito maior que se pode adaptar a qualquer segmento de mercado: hospitais, bancos, escritórios, escolas, entre outros. Essa evolução podemos chamar de Pensamento *Lean*, ou em inglês, *Lean Thinking* cujo objetivo se centra na procura contínua da eliminação de todos os desperdícios, almejando sempre a melhoria contínua de uma organização (Womack & Jones, 2003).

Atualmente, empresas de diversos segmentos orientam a sua gestão de acordo com o *Lean Thinking*, ou seja, almejam a melhoria da qualidade e produtividade, por meio da redução de custos e *leadtime* e melhoram desta forma, o desempenho dos seus processos, eliminam desperdícios e criam valor para os seus consumidores e demais partes interessadas (Pinto, 2014).

2.2 Os Princípios do *Lean Thinking*

Os autores James Womack e Daniel Jones explicam que existe uma maneira de eliminar os desperdícios dos processos que nada mais é do que a implementação do pensamento *Lean* a partir dos seus cinco princípios: especificar valor, definir o fluxo de valor, alinhar em sequências as atividades de modo a criar um fluxo contínuo, realizar as atividades sem interrupção a fim de criar um sistema puxado e realizá-las de forma cada vez melhor, sempre em direção à perfeição (Womack & Jones, 2003).

Os cinco princípios são norteadores na conquista de um resultado sustentável dentro dos processos e têm como foco fazer mais com menos esforço, menos recursos, menos *stocks*, menor prazo de entrega, de forma a atender as expectativas do cliente ao utilizar o Pensamento *Lean* de processos.

2.2.1 Especificar o valor

Segundo Joint Commission (2013), a definição de valor é o ponto de partida da filosofia *Lean* e quem deve especificar o que é valor é o cliente final. Normalmente, valor é o que supre uma necessidade ou desejo de um consumidor num momento específico e por um preço especificado.

Liker (2007) contribui ao dizer que o primeiro princípio do STP é definir o que é valor para o cliente por meio do questionamento “o que o cliente quer com este processo?”. Pelos olhos do cliente é possível observar e separar as atividades que agregam ou não valor no processamento estudado. Esta metodologia pode ser aplicada em qualquer processo – produção, serviço ou informação.

Valor é a satisfação de necessidades e expectativas, é, de certa forma, uma equação mental dos clientes ao analisarem a proporção entre os benefícios recebidos e custos incorridos no momento de uma negociação. Dessa forma, conhecer o cliente é fundamental para a geração e entrega de valor.

Ainda sobre a definição de valor, Liker (2007, p. 31) acrescenta que “a única coisa que agrega valor em qualquer tipo de processo é a transformação, física ou de informações, de produtos, serviços ou atividade, em algo que o cliente deseja”. Já Pinto (2014, p. 6) defende que “valor é tudo aquilo que justifica a atenção, tempo e o esforço que dedicamos a algo”. Ele ainda reforça que apenas o valor justifica a existência de uma empresa: as empresas existem para criar valor a todas as pessoas que se servem dos seus produtos ou serviços.

2.2.2 Definir o fluxo de valor

Womack & Jones (2003) explicam que a identificação do fluxo de valor para cada produto/serviço é o processo que expõe a sequência de todas as atividades da cadeia produtiva e que permite verificar a existência de desperdícios por meio de três tarefas gerenciais críticas em toda a operação:

- Tarefa de solução de problemas: desde a ideia original do produto/serviço, até o lançamento, a passar pelo projeto e engenharia.
- Tarefa de gestão da informação: abrange o recebimento do pedido, cronograma e a entrega do bem/serviço.
- Tarefa de transformação física: parte desde o recebimento da matéria-prima, engloba a transformação da matéria-prima em produto acabado e por fim a entrega do produto final ao cliente.

Em relação ao valor agregado das atividades, é possível classificá-las em três categorias: a primeira é definida por atividades que realmente agregam valor aos olhos do cliente, são normalmente processos de transformação que atendem alguma necessidade do consumidor. A segunda classificação são as atividades que não agregam valor de acordo com o cliente e, dessa forma, devem existir esforços da organização para eliminá-las imediatamente.

Já a terceira categoria é determinada pelas atividades que não agregam valor, mas são exigidas ou indispensáveis e, portanto, precisam ser reduzidas ao máximo. São os casos de inspeções, procedimentos requeridos por normas, limpeza, *setup*, etc. A Figura 2, retirada de Liker (2007, p.263), ilustra a análise do fluxo de valor dentro de uma sequência de atividades com a classificação das tarefas que agregam e as que não agregam valor ao devido processo.

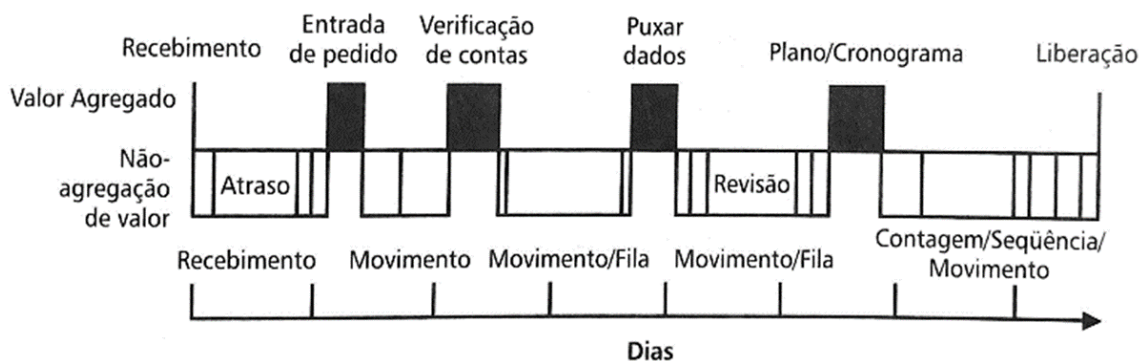


Figura 2: Classificação das atividades na análise de um fluxo de valor. Fonte: Liker (2007, p. 263)

2.2.3 Criar fluxo contínuo

Uma vez que o valor é definido, o fluxo determinado, os desperdícios eliminados é necessário colocar em prática o terceiro princípio que é fazer com que as etapas que criam valor fluam de forma contínua (Womack & Jones, 2003). O fluxo é contínuo quando não há interrupções entre as atividades que agregam valor e para estabelecê-lo é fundamental reduzir tanto quanto possível o *stock*, produzir uma unidade por vez, aplicar a troca rápida de ferramentas e balancear os tempos de produção por cada processo.

Lima e Loos (2017) defendem que para a construção de um ambiente produtivo, entre tantas possibilidades é fundamental que se desenvolva também um ambiente aberto ao fluxo contínuo. Para que isso seja possível, é preciso enxergar os gargalos no processo e questionar se as informações e os materiais estão a fluir de forma balanceada, sem interrupções.

A Figura 3, obtida de Liker (2007, p. 104), ilustra a produção em lote de computadores separada em três departamentos. O primeiro departamento produz somente as bases, o segundo produz os monitores e o terceiro realiza os testes. O tempo necessário para produzir uma unidade de base, monitor ou realização do teste é de 1 minuto cada.

A movimentação entre um departamento e outro ocorre a cada dez peças produzidas. Se não for considerado o tempo de transporte entre um departamento e outro, os resultados obtidos são de dez unidades prontas em 30 minutos, ou seja, 10 minutos para produzir as dez bases, mais 10 minutos para produzir os dez monitores e por fim, 10 minutos para realizar dez testes. O primeiro computador pronto é entregue somente após 21 minutos, sendo 10 minutos no departamento de base, 10 minutos no departamento de monitor e 1 minuto para o primeiro teste no último departamento e existem pelo menos 21 unidades como *stock* em processo.

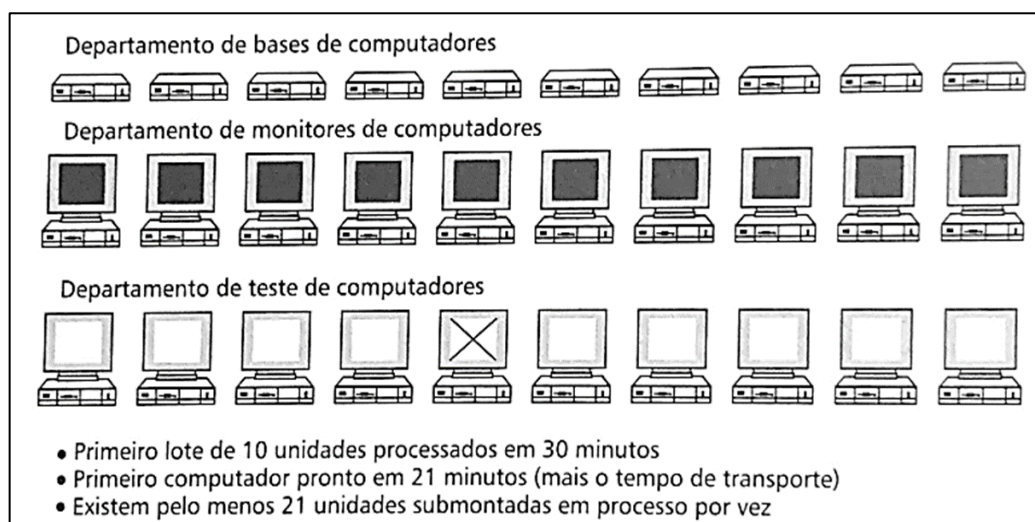


Figura 3: Processamento em lotes de produção. Fonte: Liker (2007, p. 104)

Já a Figura 4, também retirada de Liker (2007, p. 105), apresenta a fabricação em lotes unitários e fluxo contínuo a demonstrar que a produção de dez computadores completos leva 12 minutos, sendo 3 minutos do primeiro computador montado e testado, mais 1 minutos para finalização dos outros nove computadores, ou seja, menos da metade do tempo da produção em lote. Neste cenário, somente duas unidades são montadas de cada vez.

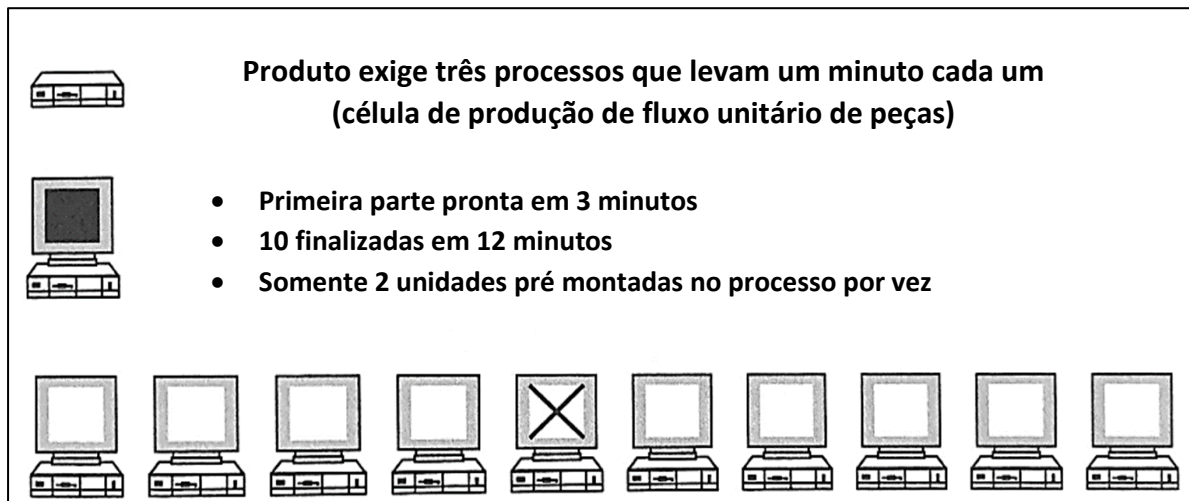


Figura 4: Processamento em Fluxo contínuo. Fonte: Liker (2007, p. 105)

Por fim, Womack & Jones (2003) concluem que apesar do fluxo contínuo não ser intuitivo, a adequação a esta orientação do processo permitirá fluxo de caixa extra, redução de *stock* e defeitos e aumento de produtividade, além de acelerar o retorno do investimento.

2.2.4 Puxar

O quarto princípio é o de “puxar” a produção. É a capacidade da empresa de planejar e produzir somente aquilo que o cliente espera e no momento que ele deseja. Significa de forma mais concreta permitir que o cliente puxe a produção em vez de “empurrar” os itens produzidos para o mercado consumidor. Womack & Jones (2003) afirmam que os clientes tendem a tornar suas procuras mais estáveis quando sabem que podem obter o que querem imediatamente.

Liker (2007, p. 43) cita que “o conceito do sistema de puxar é inspirado nos supermercados americanos em que itens são recolocados assim que acontece escassez na prateleira, ou seja, a recolocação do material é provocada pelo consumo”. Se transferirmos este conceito para as fábricas significa dizer que o processo anterior não pode, de maneira alguma, produzir até que a atividade seguinte não tenha material em processamento. Ao princípio de puxar está ligado o *just-in-Time* (JIT) que permite que a empresa fabrique em lotes menores, com *lead times* curtos e atenda as necessidades específicas do cliente.

A Figura 5, ilustra a diferença entre o sistema empurrado e o sistema puxado. O sistema empurrado, começa pela fabricação e fornecimento de inúmeras matérias-primas que serão armazenadas num *stock* até serem utilizadas na produção. Quando estas são transformadas em produtos acabados são novamente armazenadas em *stock* até serem solicitadas pelo cliente.

Já no sistema puxado o cliente determina o que será produzido por meio da sua encomenda à fábrica, que envia uma solicitação ao fornecedor de matéria-prima. Este por sua vez entrega somente o material requisitado para a fábrica que produz somente o que o cliente requisitou e então a entrega ocorre conforme o pedido realizado no início do processo.

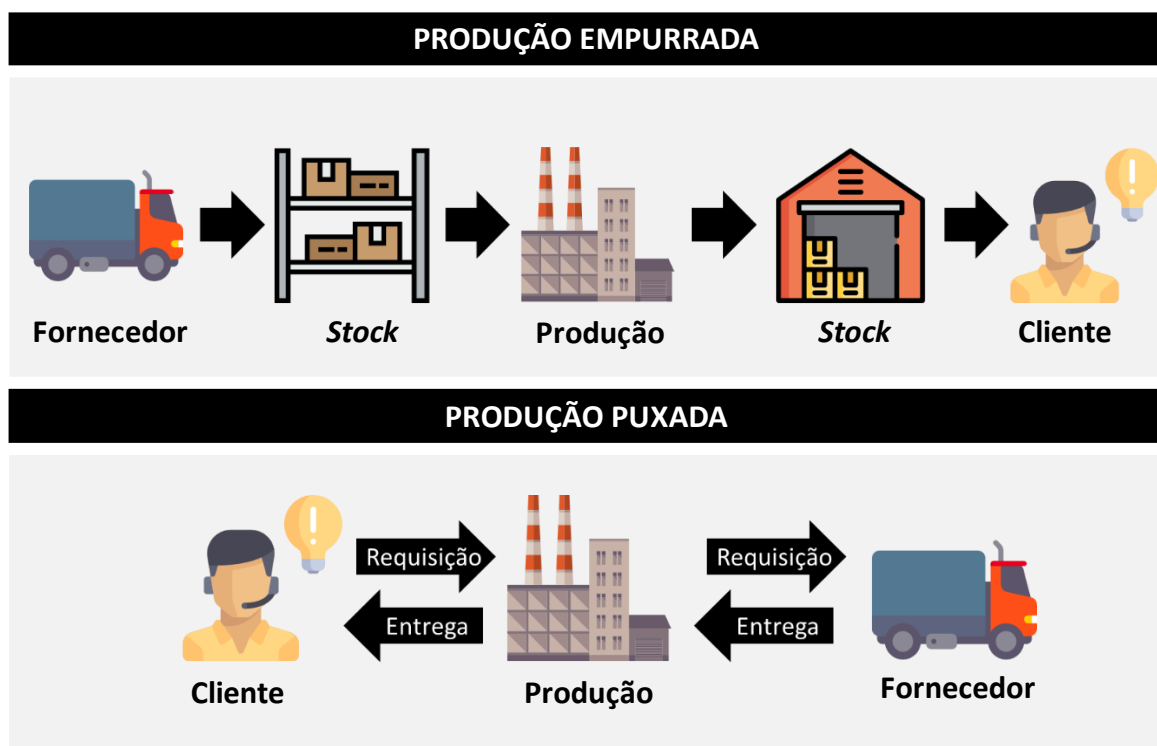


Figura 5: Sistema Empurrado x Sistema Puxado.

É importante salientar que enquanto no sistema de produção empurrada, o processo a jusante aguarda a fabricação do lote produzido pelo processo a montante e todo o lote é armazenado no meio do processo até que seja finalizado. Já no sistema de produção puxada, que se pauta pela filosofia do *just-in-time*, não há filas, nem mesmo espera e nem tão pouco *stock* entre processo. O que significa dizer que “num processo de fluxo puxado, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária” (Ohno, 1997, p. 26).

2.2.5 Procurar a perfeição

Ao fazer os processos fluírem de forma contínua, acaba por se expor o desperdício escondido na cadeia de valor e quanto mais a produção é puxada de acordo com as necessidades do cliente, mais se revelam atividades que agregam valor, a facilitar a eliminação dos desperdícios. A procura contínua da perfeição por meio da eliminação sistemática dos desperdícios e aplicação dos princípios anteriores é o quinto e último princípio do *Lean Manufacturing* (Womack & Jones, 2003).

De acordo com Joint Commission (2013), não significa que implementar os quatro princípios resulte automaticamente em perfeição. O quinto princípio é sobre aperfeiçoar o processo mediante uma avaliação sem interrupção, ilimitada e inacabável. À medida que uma empresa executa os princípios do pensamento *Lean* e expandem a cultura, os funcionários começam a localizar mais facilmente e automaticamente os desperdícios e oportunidades de melhoria.

É preciso que a organização conheça a nova necessidade do cliente e seja rápida nas respostas e melhorias. Os colaboradores são ensinados a trabalhar em equipa, sempre documentar erros e ineficiências, padronizar processos e difundir lições aprendidas. É importante frisar que os quatro princípios anteriores e a procura pela perfeição são interligados uns aos outros e interagem de forma cíclica, como se pode ver na Figura 6.



Figura 6: Os cinco princípios do *Lean*.

2.3 Os 8 Desperdícios *Lean*

Na filosofia *Lean*, existem três palavras de origem japonesa que permitem classificar as atividades que não acrescentam valor ao processo: *muda*, *mura* e *muri*. Segundo Obara & Wilburn (2012), *muda* é qualquer forma de desperdício no processo, já o *muri* é uma carga suplementar de forma irracional para pessoas ou máquinas e enfim o *mura* é a carga de trabalho desnivelada entre pessoas ou máquinas. Na Figura 7, retirada de Obara & Wilburn (2012, p. 97), encontram-se representadas as três perdas de forma gráfica:

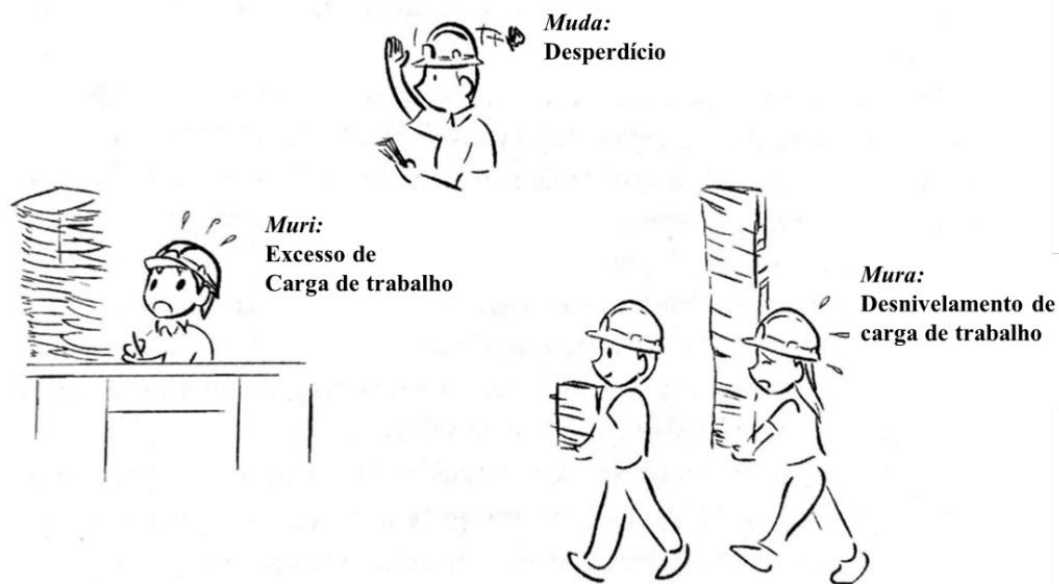


Figura 7: Os três tipos de desperdício: *Muda*, *Mura* e *Muri*. Fonte: Obara & Wilburn (2012, p. 97)

A palavra *mura* significa variação e flutuações indesejáveis nos processos, isto é, define as irregularidades existentes que provocam o desnivelamento de trabalho. Uma das principais causas desta variação deve-se à fabricação por lotes, e então, uma pequena variação na procura do consumidor causa grandes flutuações no volume de produção.

De acordo com Pinto (2014, p.7): “As situações onde há desequilíbrio entre a carga e a capacidade resultam em perdas para a empresa”. O *muri* é a perda referente a sobrecarga de funcionários ou equipamentos, a dever-se essencialmente ao desperdício gerado pelo excesso de mão de obra ou de máquinas. A sobrecarga é causada pela falta de padronização e balanceamento das atividades entre os funcionários, o que permite que um colaborador trabalhe abaixo de sua capacidade enquanto outro está sobrecarregado. Esse desperdício causa além da

inatividade e subutilização de alguns colaboradores, o stress no funcionário com excesso de tarefas e impossibilita o trabalho em equipa.

Segundo Womack & Jones (2003), *muda* significa desperdício e é referente a toda atividade que absorve recursos, mas não cria valor para o cliente. Para detetar as atividades *muda* é necessário estudar todo o processo, verificar se todas as tarefas criam valor, se o processo está padronizado e as atividades são desenvolvidas como planeado. O *muda* é dividido em oito desperdícios principais: sobreprodução, espera, transporte, movimentação desnecessária, processamento desnecessário, defeito, *stock* e desperdício intelectual.

O objetivo das organizações que caminham na jornada *Lean* é alcançar uma situação em que a quantidade produzida é suficiente e ideal, não havendo excesso de material e produto acabado, a capacidade é bem dimensionada, balanceada e nivelada igualmente entre todos os funcionários e as situações que possibilitam perdas no processo são eliminadas sempre que possível.

De acordo com Liker (2007), a Toyota considerou oito grandes tipos de *muda* demonstrados na Figura 8 e explanados a seguir:



Figura 8: Muda: os 8 desperdícios. Fonte: Adaptado de Obara (2017)

1. **Sobreprodução:** para Yasuhiro Monden (2015), esta é a pior de todas as perdas, uma vez que a sua ocorrência pode ocasionar todos os outros desperdícios. A sobreprodução nada mais é que a produção de itens em excesso, para os quais não há procura, ou seja, a produção supera a número de itens encomendados. Pinto (2014) descreve a sobreprodução como o oposto da produção *just-in-time*, uma vez que se produz mais do que é necessário, ao fazer mais do que o necessário, no momento que não é preciso. O desperdício de sobreprodução ocorre quando a empresa não segue

uma programação de produção baseada na procura, quando opta por trabalhar em lotes. Este desperdício também pode ser causado pelo excesso de recursos podendo ser excesso de funcionários ou máquinas. A sobreprodução dá-se ao continuar o trabalho quando as operações deveriam ser terminadas. Os efeitos dessa escolha são: aumento de consumo de matérias-primas e energia, desperdício de stocks excessivos que implicam consumo de mais recursos humanos, transporte, espaço de armazenamento e investimento de capital para manter todos os produtos e as atividades relacionadas.

2. **Espera:** de acordo com Yasuhiro Monden, (2015), espera é definido como o tempo durante o qual as peças ou materiais em processo precisam esperar para serem processadas e montadas ao processo seguinte. A espera é considerada tempo ocioso, pode-se considerar o período em que o colaborador está sem trabalho, também se pode relacionar com a falta de material, exigência de procedimentos burocráticos, atraso de uma tarefa ou inatividade de um funcionário. Segundo Pinto (2014), as causas mais comuns são o *layout* mal planeado, capacidade não balanceada, trabalho em lotes, problemas com entregas de fornecedores e, principalmente, fluxo de processo obstruído.
3. **Transporte:** Pinto (2014) descreve desperdício de transporte como qualquer movimentação de materiais, ferramentas ou peças acabadas entre processos ou entre *stock* e fábrica. O transporte é um desperdício que ocorre em todas as organizações e, de certa forma, apesar de não agregar valor ao processo, muitas vezes é tido como necessário. Sendo assim, existem estratégias para evitar a sua ocorrência por meio da otimização de rotas e *layout* e redução do manuseamento desnecessário dos materiais. O transporte de materiais gera custos para a organização como: energia, gás, funcionários para manusear o meio de transporte e espaço de armazenamento tanto do meio de transporte quanto dos materiais transportados. Outro custo proveniente dos transportes são as avarias dos itens causadas durante o percurso. Muitas vezes o *layout* da fábrica é mal definido e as operações logísticas são mal planeadas, o que implica em mais manuseamentos e requer idas e vindas desnecessárias. Quanto menores forem as distâncias percorridas, mais económico será para a organização.
4. **Processamento desnecessário:** pode-se definir por tarefas desnecessárias, em excesso ou redundantes para processar as peças. Este desperdício gera esforços que

não acrescentam valor ao produto. Normalmente as causas mais comuns são ineficiências na definição dos requisitos do cliente, falta de formação dos colaboradores e inexistência de instruções de trabalho ou baixa qualidade na sua estruturação. Essa perda também é gerada quando há oferta de produtos com qualidade superior ao que o cliente deseja. Processos burocráticos e muitos níveis de inspeção também são considerados nesta categoria de desperdícios.

5. **Movimento desnecessário:** de acordo com Dennis (2008), movimento desnecessário está relacionado à ergonomia do local de trabalho. Os movimentos desnecessários abrangem deslocação dos funcionários, movimentos para obter determinado material ou ferramenta, torcer-se para realizar tarefas, o que em conjunto apresentam redução na produtividade. A principal diferença entre movimentação desnecessária e desperdício de transporte é que o segundo é considerado quando se utiliza um recurso de transporte para movimentação de material ou quando pessoas caminham para transportar algo, enquanto o primeiro é o movimento de pessoas para ir de um lugar ao outro, ou movimentação de algum membro do corpo para realização das atividades.
6. **Defeitos:** para Dennis (2008), o *muda* de defeito está relacionado com a produção com defeitos e ao ato de reparar produtos irregulares. Além da produção de peças defeituosas, a correção, substituição, descarte e retrabalho também são considerados como defeito. Pinto (2014) acrescenta que quando os defeitos acontecem com alguma frequência, aumentam-se as inspeções e os *stocks* crescem para compensar as peças com não conformidades. Em consequência, a produtividade diminui e o custo dos produtos e serviços aumenta. Normalmente este *muda* é causado principalmente por produção de grandes lotes, falta de padronização, transporte e falta de formação.
7. **Stock em excesso:** os *stocks* se classificam como excesso de matéria-prima, produtos em vias de fabrico ou produto acabado. Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 356) definem *stock* como “a acumulação armazenada de recursos materiais num sistema de transformação”. Ainda citam que o mesmo existe simplesmente porque há diferença de ritmo entre fornecimento e procura. O *stock* é gerado a partir da sobreprodução, produção em lotes e falta de balanceamento de produção. Para além de representar investimento desnecessário para a empresa, leva à ocupação exagerada de armazenamento, podendo atingir obsolescência dos produtos, danificação e perda de material. O *stock* caracteriza capital investido que somente representará retorno se

vendido, constitui também capital bloqueado, o que provoca custos de oportunidade, ou seja, o valor investido e de manutenção do *stock* poderia estar a ser injetado para outras operações de valor agregado.

8. **Intelectual:** Perda de tempo, de ideias, de oportunidades de melhorias. O desperdício intelectual é exemplificado por qualquer projeto abandonado no meio do caminho, subutilização de funcionários, falhas de comunicação e reuniões sem solução. Para Dennis (2008), este tipo de *muda* existe principalmente quando há falta de comunicação dentro de uma organização, o que inibe o fluxo de conhecimento, criatividade, assim como ideias que levam a oportunidades perdidas.

2.4 Ferramentas *Lean*

Para alcançar a otimização dos processos, maximização do valor e a constante redução de desperdícios e custos, a filosofia *Lean* é amparada por um conjunto de ferramentas, métodos e técnicas aplicáveis a diversas situações e adaptáveis a todo o tipo de indústria.

É fundamental ter em conta as informações precisas das situações encontradas e pré-determinar o objetivo em relação a utilização do recurso, bem como conhecer a conveniência de cada ferramenta para que a escolha seja pertinente, assertiva e cautelosa a fim de conseguir uma implementação da filosofia *Lean* de forma segura, sustentável e permanente.

2.4.1 *Value Stream Mapping* (VSM)

A ferramenta VSM é utilizada para mapear toda a sequência de atividades, incluindo o fluxo de material e informação, além do tempo de execução das atividades numa cadeia produtiva a fim de identificar o valor do fluxo de produção dentro de uma organização. O objetivo é distinguir atividades que agregam valor ao produto e eliminar as que não agregam. O VSM possui símbolos padrão universais para representar processos, transporte, *stock*, armazém, fluxo de informação, operador, etc.

Segundo Herrera et al. (2019), o VSM é uma valiosa ferramenta pois auxilia na identificação e redução dos desperdícios nos fluxos fabris. Os autores defendem a importância da criação de um mapa do estado inicial para representar a situação em que a empresa se encontra no momento inicial do estudo, habitualmente designado por estado *as is*, a fim de localizar oportunidades de melhoria para realização do mapa de fluxo de valor do estado futuro, normalmente designado por estado *to be*, idealizado pela organização.

Para criar o mapa de fluxo de valor é necessário coletar informações referentes a procura, fornecimento de matéria-prima, organização dos processos, bem como o tempo de

cada atividade, número de operadores alocados, *stock* e fluxo de informações. O VSM é sempre iniciado com a representação do cliente na parte superior direita e do lado superior esquerdo é representado o fornecedor. Em baixo são representados os processos por ordem da esquerda para a direita. A Figura 9 ilustra o exemplo de um VSM retirado do livro de Dennis (2008, p.105):

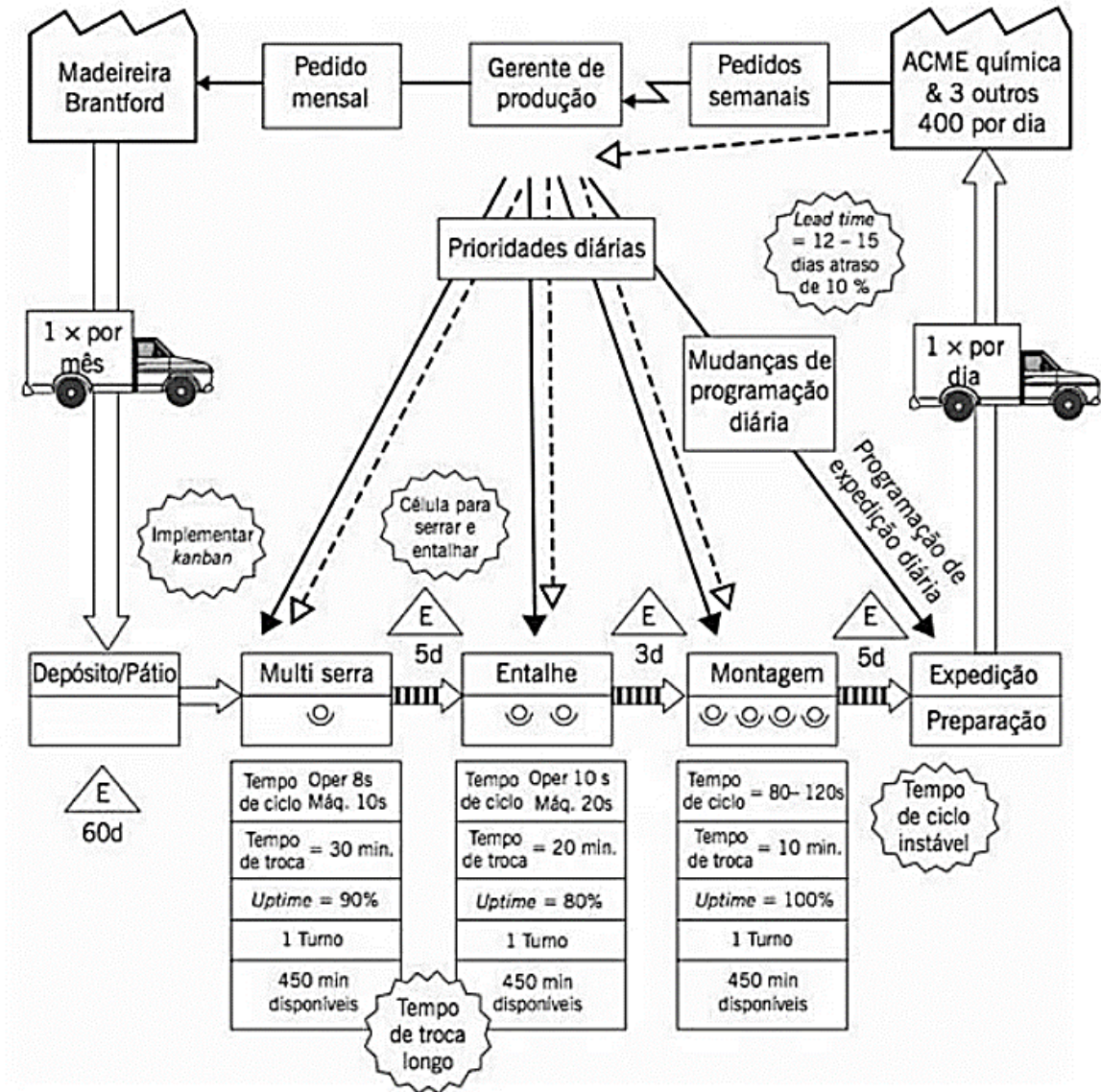


Figura 9: Value Stream Mapping (VSM). Fonte: Dennis (2008, p. 105)

O VSM compreende 5 etapas fundamentais: Escolher a família de produto a ser analisada, procurar todas as informações relevantes para o desenho do mapa sobre esta família específica, desenhar a condição atual, desenvolver a condição desejada, criar projetos para solucionar desperdícios encontrados no cenário atual e que não deverão existir para atingir o estado futuro.

O uso do VSM fornece uma série de benefícios que além de eliminar os desperdícios e otimizar o fluxo das atividades, garantem o conhecimento e o controlo do processo como um todo. Com toda a análise e classificação realizadas é possível definir a capacidade do processo, prever o real prazo de entrega das encomendas e aperfeiçoar os processos além de obter um fluxo mais eficiente e eficaz.

2.4.2 5S

A ferramenta 5S é focada na organização, ordem, limpeza e padronização. Procura estabelecer um ambiente de trabalho agradável com intuito de adquirir alto rendimento dos colaboradores, além de promover a segurança entorno das atividades. A implementação dos 5S permite o correto desempenho das tarefas diárias e o cumprimento dos requisitos dos clientes.

O 5S é o conjunto de cinco palavras japonesas iniciadas por S para determinar um método de organização e padronização no intuito de potencializar e desenvolver os funcionários a pensarem no bem comum. Os significados dos cinco “esses” estão descritos abaixo por Petronio e Laugeni (2005):

Seiri (Separação) – é o senso de utilização. Mantenha somente o necessário, elimine o que não se utiliza. A partir desta classificação elimina-se excesso de materiais, ferramentas e equipamentos, é disponibilizado mais espaço, facilita o acesso aos recursos mantidos e reduz os desperdícios de transporte, *stock*, espera e movimento desnecessário.

Seiton (Organização) – Posicione as coisas de tal forma que sejam facilmente alcançadas, manipuladas e localizadas sempre que necessário. Tudo deve ter seu lugar definido com etiquetas e nomenclaturas pré-estabelecidas. Este senso facilita e agiliza a localização de ferramentas, além de promover a ordem do local.

Seiso (Limpeza) – Mantenha tudo limpo e arrumado, nenhum lixo ou sujeira deve ser encontrado na área de trabalho. A limpeza deve ocorrer antes, durante e depois da produção. Após implementar o *Seiso* é comum identificar e eliminar as causas de sujeira, de forma a tornar o trabalho mais agradável, com qualidade e segurança.

Seiketsu (Padronização) – Mantenha sempre a ordem e a limpeza, cumpra normas de segurança e vigilância sanitária. Neste senso padroniza-se tudo o que foi realizado nos sentidos anteriores para a preservação das tarefas concluídas e a melhora da qualidade do ambiente e dos serviços.

Shitsuke (Sustentação) – Desenvolva o compromisso e o orgulho de manter os padrões para melhorar o ambiente de trabalho, a qualidade dos produtos e a segurança do colaborador. No último S é importante implementar as rotinas de trabalho e criar indicadores para seu

controle, trata-se de conscientizar os funcionários e criar a cultura de manutenção do 5S diariamente.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), o uso do 5S promove a eliminação de desperdícios relacionados às incertezas, à espera e à procura por informações relevantes. Ao eliminar o que não é necessário e ao deixar tudo organizado, a desordem é eliminada e o trabalho torna-se mais fácil e rápido. Assim, é possível alcançar melhor atendimento ao cliente com maior segurança, menores custos e melhores condições de trabalho.

É fundamental dizer que a limpeza e organização por si só não garantem a qualidade e o aumento de produção, mas sua ausência certamente causa ineficiência, influencia na baixa produção e na queda da qualidade. A partir da aplicação dos 5S é evidente a percepção da melhoria da qualidade, aumento de produtividade, saúde ocupacional e redução de custos operacionais.

2.4.3 Diagrama de causa e efeito (Ishikawa)

Segundo Spagnol et al. (2018), o diagrama de causa e efeito foi criado por Kaoru Ishikawa e por isso é também conhecido como diagrama de Ishikawa. Tem como objetivo explorar e indicar todas as causas possíveis de um problema específico e sua relação com os efeitos gerados. O objetivo dessa ferramenta é descobrir a causa raiz do problema estudado a partir de seis causas que podem ter relação com a origem e efeito do problema, esta causa provém de: máquina, mão de obra, meio ambiente, método, medição e material.

Outra denominação para a mesma ferramenta é Diagrama Espinha de Peixe, pois a sua estrutura se assemelha com a espinha de um peixe em que na zona da cabeça é inserido o problema, ou seja, o efeito e em cada espinha na diagonal é colocado uma classificação de causa, sendo três espinhas na parte superior e três espinhas na parte inferior. As classificações das causas sempre são as mesmas: método, mão de obra, material, medida, meio ambiente e máquina. Sendo assim, a ferramenta permite identificar a relação entre o problema e as potenciais causas.

O diagrama de Ishikawa é representado na Figura 10:

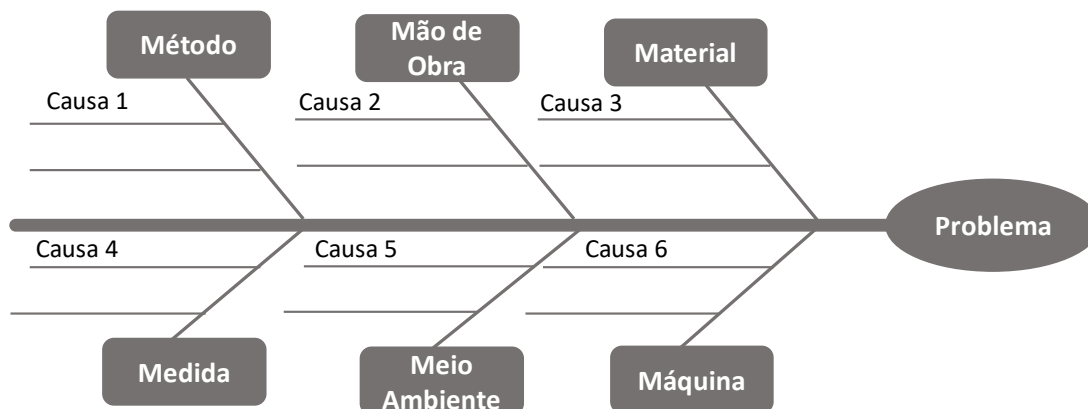


Figura 10: Modelo Diagrama de Ishikawa.

2.4.4 5W1H

O 5W1H é uma ferramenta utilizada para facilitar a criação de planos de ação ou também pode ser utilizada para promover a identificação da causa raiz dos problemas. O nome deste método tem origem no inglês e representa cinco perguntas começadas por W e uma pergunta começada por H: o que (*what*), quem (*who*), quando (*when*), por que (*why*), onde (*where*) e como (*how*).

Esta ferramenta além de ser de fácil aplicação, permite melhor organizar o raciocínio lógico na criação do cronograma de implementação do projeto. Uma vez utilizada como plano de ação, cada atividade deve responder às seis perguntas a fim de atribuir responsabilidades e prazos. Com todas as perguntas respondidas torna-se mais fácil e ágil a monitorização e controlo das atividades desenvolvidas.

Abaixo, a Figura 11 ilustra o modelo desta ferramenta:

	WHAT ? (O QUE ?)	WHY ? (POR QUE?)	WHO ? (QUEM ?)	WHERE ? (ONDE ?)	WHEN ? (QUANDO?)	HOW ? (COMO?)
	Definir qual é a atividade	Justificativa da sua execução	Responsável pela atividade	Local de aplicação	Data de início e fim	De que forma será executada
1ª Tarefa						
2ª Tarefa						
3ª Tarefa						
4ª Tarefa						

Figura 11: Modelo ferramenta 5W1H.

2.4.5 Gráfico de Pareto

O Diagrama de Pareto ilustra de forma gráfica a contribuição relativa de cada causa por meio de suas frequências para o problema em análise. Essa ferramenta permite visualizar as causas mais expressivas na ocorrência do problema e estabelecer prioridades de atuação, de modo a evitar o desperdício de esforços no combate a causas com pouca contribuição no problema analisado.

De acordo com Dennis (2008), essa ferramenta consiste num gráfico de barras cujo objetivo é solucionar problemas por meio do reconhecimento das principais causas identificadas, de forma a apresentá-las em ordem decrescente, de acordo com a contribuição que as mesmas possuem sobre o problema existente.

O Princípio de Pareto estabelece a tendência que prevê que 80% dos efeitos de um problema surgem a partir de 20% das causas. A regra dos 80/20 indica que para inúmeras situações, 80% das consequências advêm de 20% das causas. Com este conceito, torna-se mais fácil definir sob quais causas é que os esforços devem ser orientados para serem eliminadas.

A Figura 12 ilustra como é um gráfico representado pelo Princípio de Pareto:

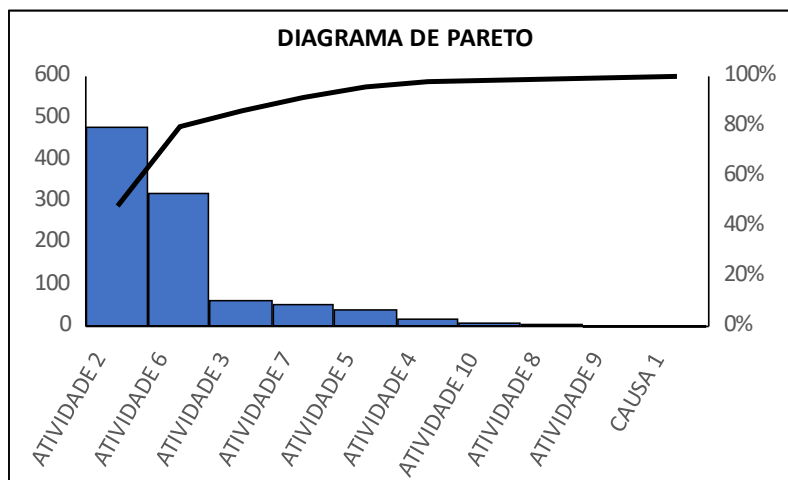


Figura 12: Modelo Gráfico de Pareto.

2.4.6 Gestão visual

Segundo Narusawa & Shook (2016), gestão visual significa colocar visíveis todas as ferramentas, atividades e indicadores de desempenho de modo que a situação atual do sistema produtivo possa ser compreendida por todos os envolvidos apenas com um olhar. Dennis (2008, p. 52) reforça que “Um sistema visual é um conjunto de dispositivos visuais feitos para compartilhar informações com uma só olhada”.

A gestão visual nada mais é que a simplificação da comunicação por meio visual através de recursos e ferramentas que possibilitem a divulgação e transmissão simultânea de informações relevantes para diversos setores e funcionários, de forma a permitir planejar e desenvolver atividades e facilitar a tomada de decisão. Com a implementação da gestão visual, a execução e o controlo das atividades tornam-se mais simples, fica conhecida a existência de riscos, os colaboradores são mais bem direcionados e o dia a dia é facilitado em geral.

Os instrumentos utilizados nessa aplicação são painéis, quadros, fitas de demarcação, placas, *andon*, roupas e acessórios diferenciados e de cores específicas, entre outros. Normalmente representam indicadores de desempenho e produção, informações sobre proteção individual, o fluxo do trabalho, sequência de atividades, risco iminente. A Figura 13, retirada de Liker (2007, p.138) ilustra gestão visual por meio da utilização do *andon* numa linha de montagem.

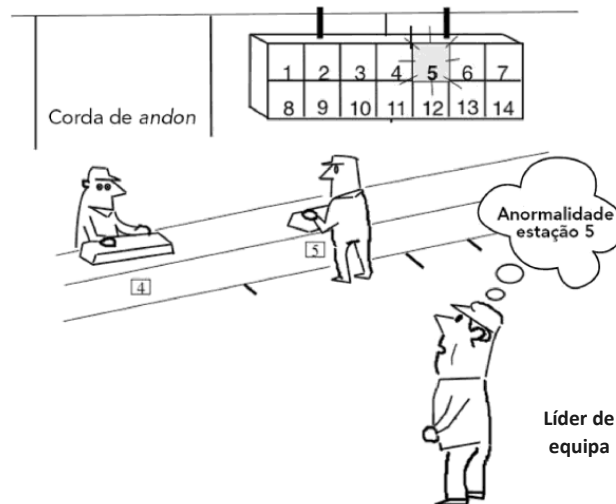


Figura 13: Gestão visual: *andon*. Fonte: Liker (2007, p. 138)

O principal objetivo de implementar a gestão visual nas fábricas é transmitir melhor comunicação e informações de forma organizada, objetiva, lógica e intuitiva de modo que qualquer colaborador compreenda e assim facilite a gestão do líder. Os controlos visuais de desempenho, por exemplo, traduzem o desempenho esperado de cada processo *versus* o real. Os dados devem ser disponibilizados visualmente perto do local a que se referem, sendo atualizados em tempo real de forma regular e frequente, amplamente acessíveis e prontamente revisados.

Com a gestão visual, o líder consegue acompanhar o desempenho dos funcionários, a produção por hora, atrasos na produção, analisar e controlar indicadores de desempenho, qualidade, segurança, acidentes, produtividade, nível de *stock*, etc. Os controlos visuais dão aos

líderes a capacidade de identificar rapidamente onde o desempenho real não atendeu o esperado, a permitir a identificação de oportunidades para pressionar por melhorias. (Mann, 2005)

Dennis (2008, p. 47) defende: “num ambiente visual, a situação que está fora do padrão imediatamente fica evidenciada e os funcionários podem corrigir tal situação facilmente”. Da mesma forma, as informações expostas motivam e direcionam os funcionários nas entregas de suas atividades. A autoavaliação permite mudar atitudes para o alcance das metas.

2.4.7 *Kanban*

Segundo Narusawa & Shook (2016), *kanban* significa cartão em japonês. O *kanban* é uma ferramenta usada como sinalizador que autoriza ou instrui para iniciar a produção ou movimentar itens. Dennis (2008) acrescenta que *kanban* é uma ferramenta visual que permite alcançar a produção puxada e o sistema JIT. Yasuhiro Monden (2015, p. 35) defende que “O Sistema *kanban* controla harmoniosamente a fabricação dos produtos necessários nas quantidades necessárias e no tempo necessário em cada um dos processos de uma fábrica”.

Normalmente são utilizados cartões a conter informações relevantes da peça, quantidade, origem e destino. Porém, já se utiliza outras formas de disseminar as informações e implementar o sistema como recursos eletrônicos, esquema de cores, delimitação de áreas, caixas *bin*, etc (Lean Institute Brasil, 2007).

Lean Institute Brasil (2007) explica que qualquer que seja a sua forma, o *kanban* pode representar duas funções diferentes: *kanban* de produção, que visa determinar a quantidade exata de fabricação de algum produto específico ou *kanban* de movimentação, que autoriza os movimentadores para o manuseio de materiais.

Anderson (2011) refere-se aos *kanbans* em forma de cartões como mecanismos de sinalização para determinar a capacidade e o fluxo de um sistema, ou seja, um novo trabalho pode ser iniciado apenas quando um cartão está disponível, este cartão livre é anexado a um próximo trabalho e o segue à medida que ele flui através do sistema.

Yasuhiro Monden (2015) simplifica ao dizer que o sistema *kanban* é sempre enviado do processo posterior para o processo anterior. Dessa forma os diversos processos da planta fabril ficam conectados uns aos outros, o que permite um melhor controle das quantidades necessárias a serem produzidas. Para que o Sistema *kanban* exista, este é sustentado pela sincronização da produção, padronização das operações, redução do tempo de *setup*, organização de *layout* e definição do tempo das atividades.

De acordo com Ohno:

O *kanban* é uma ferramenta para alcançar o *just-in-time*. Para que essa ferramenta funcione relativamente bem, os processos de produção devem ser administrados de forma a fluírem tanto quanto possível. Esta é realmente a condição básica. Outras condições importantes são nivelar a produção tanto quanto possível, e trabalhar sempre de acordo com métodos padronizados de trabalho (Ohno, 1997, p. 51).

Anderson (2011) afirma que o *kanban* tem provado melhorar a produtividade dos funcionários, a satisfação e a confiança do cliente por meio de entregas mais regulares com menores prazos e produtos de alta qualidade. Além disso, há evidências de que o *kanban* promove uma mudança cultural evolutiva a tornar as empresas mais ágeis e os funcionários mais autônomos.

A Figura 14 ilustra como pode ser elaborado um cartão *kanban*: o processo de maquinação US-05 precisa produzir o item virabrequim com código VB-2004-21 para o carro tipo PL05-150 e o virabrequim produzido deve ser colocado na prateleira de armazenamento com endereço D21.

Nº Prateleira de Armazenamento	D21	Nº do item anterior	B3-32	Processo <hr/> Usinagem US-05
Nº do item	VB-2004-21			
Nome do item	Virabrequim			
Tipo do Carro	PL05-150			

Figura 14: Cartão *kanban*. Fonte: Adaptado de Monden, Y (2015, p. 37)

Taichii Ohno (1997), descreve as seis regras de implementação do *kanban*: a primeira regra serve para garantir o fornecimento de informações de transporte. Já a segunda regra garante o fornecimento de informações sobre a produção e serve como ordem de fabricação. A regra três tem o objetivo de impedir a sobreprodução e o transporte excessivo, proíbe que se transporte ou produza qualquer produto sem um cartão *kanban* anexado.

A regra quatro requer que um *kanban* seja afixado às mercadorias. A regra de número cinco exige produtos totalmente sem defeitos e define que o responsável por impedir que peças defeituosas não sejam enviadas ao processo subsequente é o processo que a produz. A regra seis pede a redução do número de *kanbans*. Quando essas regras são fielmente colocadas em prática, o sistema *kanban* traz enormes resultados à organização (Ohno, 1997).

2.4.8 Kaizen

De acordo com o *Lean Institute* Brasil (2007, p. 40), *kaizen* é a “melhoria contínua de um processo a fim de criar mais valor com menos desperdício”. Na mesma direção, Mann (2005, p. 194) explica que “*kaizen* é uma forma de pensar e ver, de estar sempre atento à oportunidade de fazer mudanças para melhoria”.

Kaizen significa em japonês, mudança para melhor, sendo também muito difundido como melhoria contínua. Aplicar *kaizen* significa a constante procura pela perfeição ao realizar-se continuamente melhorias, a alcançar sempre a eliminação de desperdícios e a solução de problemas de modo a encontrar a causa raiz dos mesmos (Liker, 2007).

Spagnol et al. (2018) definem o *kaizen* como uma das ferramentas utilizadas no Pensamento *Lean* com o objetivo de desenvolver um projeto de melhoria contínua aliada a custos reduzidos para a empresa. O *kaizen* é considerado a ferramenta base de processos de melhoria contínua, esta ferramenta consiste em retirar o máximo proveito de todas as outras ferramentas *Lean* que procuram a causa raiz e solução de problemas para obter a excelência operacional.

De acordo com Joint Commission (2013), existem sempre novas formas de eliminar o *muda*. Os esforços são a base para tornar uma determinada atividade ou processo cada vez mais *Lean* com volume cada vez menor de desperdício. O Pensamento *Lean* procura ininterruptamente novas formas de obter o aperfeiçoamento, o que significa procurar continuamente diferentes maneiras para melhorar o processo.

Ohno (1997) reitera que antes de implementar o *kaizen*, deveríamos listar todas as ideias de melhorias plausíveis, examinar cada uma em profundidade e, finalmente, selecionar a melhor. Se uma melhoria é implementada antes de ser plenamente estudada, pode facilmente alcançar um aperfeiçoamento que, embora resulte em redução nos custos, é demasiadamente dispendioso para implementar.

Joint Commission (2013) afirmam que melhorias contínuas incrementais propiciam melhorias ilimitadas. Tendo em vista a perfeição, podem dobrar a produtividade, reduzir a metade dos *stock*, defeitos e *lead time*, ou seja, o prazo entre o pedido e a entrega da encomenda. Anderson (2011) confirma que um local de trabalho onde todos os funcionários estão focados em continuamente melhorar a qualidade, a produtividade e a satisfação do cliente é porque possuem enraizada a cultura *kaizen*. Muitas organizações realizam eventos *kaizen* como parte das suas atividades de melhoria contínua.

De acordo com (Obara, 2017) e também apresentado na Figura 15, a ferramenta *kaizen* somente é válida, se, e somente se:

1. Existir um objetivo que alcance um dos propósitos de: reduzir desperdício, aumentar qualidade e/ou aumentar segurança;
2. Abordar uma causa raiz e;
3. Possibilitar a padronização.

FERRAMENTA KAIZEN	
Objetivo:	
Propósito:	
<input type="checkbox"/> 1. SEGURANÇA	<input type="checkbox"/> 3. ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIO
<input type="checkbox"/> 2. QUALIDADE	<input type="checkbox"/> ESPERA <input type="checkbox"/> DEFEITO
<input type="checkbox"/> MOVIMENTO DESNECESSÁRIO	<input type="checkbox"/> INTELLECTUAL
<input type="checkbox"/> SOBREPDUÇÃO	<input type="checkbox"/> TRANSPORTE
<input type="checkbox"/> PROCESSO DESNECESSÁRIO	<input type="checkbox"/> STOCK
Evidência Causa-raiz:	Evidência Padronização:

Figura 15: Ferramenta Kaizen.

2.4.9 Gráfico de Balanceamento de Operadores

De acordo com *Lean Institute Brasil* (2007), o Gráfico de Balanceamento de Operadores (GBO) é uma ferramenta gráfica eficaz que permite visualizar, entender e gerir as cargas de trabalho e auxiliar na criação do fluxo contínuo, de maneira a distribuir os elementos de trabalho entre os funcionários e permitir que o processo tenha mais equilíbrio, com menos tempo desperdiçado. O objetivo desta ferramenta é assegurar que a produção seja realizada de forma contínua e nivelada por meio do balanceamento dos colaboradores.

Segundo Liker (2007), *takt time* é um termo que vem do alemão *taktzeit*, em que *takt* significa compasso, ritmo e *Zeit* significa tempo ou período. Ou seja, o *takt time* é o ritmo de produção necessário para atender a procura do cliente e serve de alerta aos funcionários toda a vez que estiverem adiantados ou atrasados em relação ao ritmo de produção. Womack & Jones (2003) explicam que o *takt time* é a razão entre o tempo de produção disponível e o volume da procura do cliente.

O *takt time* permite entender a situação da produção com uma só visualizada: se o *takt time* for um minuto significa que a cada 60 segundos um produto deve ser libertado pela linha de produção, caso contrário é porque há algum problema no fluxo. Esse entendimento resulta em realizar *kaizen* para eliminar os desperdícios e voltar a balancear a linha de acordo com o *takt time* (Dennis, 2008).

O tempo de ciclo é o tempo entre a produção de duas unidades consecutivas e é o ritmo de produção determinado pela quantidade produzida, define de quanto em quanto tempo um produto sai no fim do processo. O tempo padrão é o tempo real para completar o ciclo de uma unidade de peça. O *takt time* fornece a frequência da procura, isto é, com que frequência devemos produzir um produto de acordo com a procura definida ou prevista. A meta deve ser sincronizar o máximo possível o *takt time* e o tempo de ciclo e o tempo padrão não deve ultrapassar nenhum desses dois ritmos (Dennis, 2008).

Assim como é possível observar na Figura 16, o GBO usa barras verticais para representar a quantidade total de trabalho de cada operador em comparação com o *takt time*. A barra vertical para cada operador é construída de modo a empilhar os tempos padrões das diversas atividades realizadas por eles. A altura de cada elemento é proporcional ao tempo necessário para realização da tarefa. O balanceamento redistribui as atividades de acordo com a comparação entre o tempo padrão e o *takt time*, de forma a acrescentar novas atividades aos colaboradores ociosos e eliminar as sobrecargas existentes (Lean Institute Brasil, 2007).

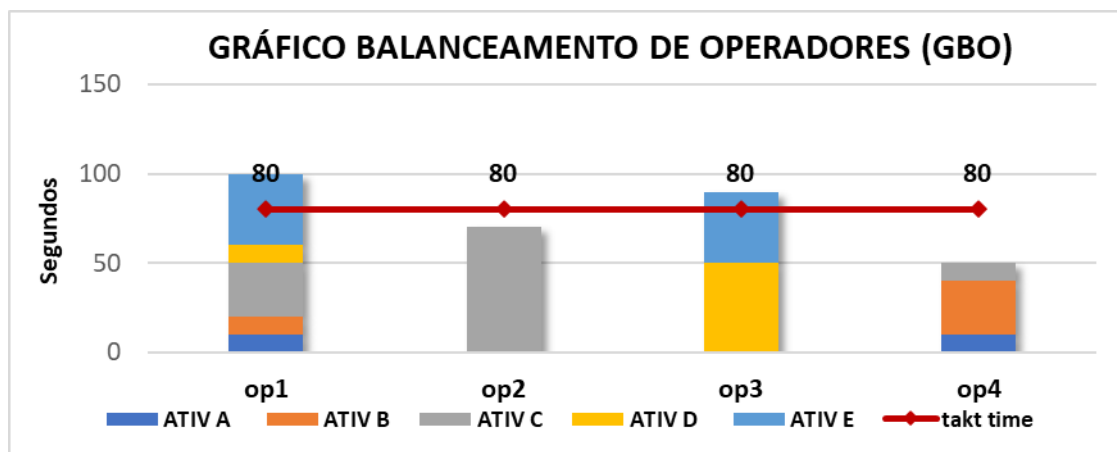


Figura 16: Gráfico de Balanceamento de Operadores (GBO).

De acordo com Santos et al (2021), na grande maioria das empresas os processos não se encontram equilibrados, ou seja, os processos dificilmente apresentam volumes iguais de trabalho distribuídos entre os operadores. Isso significa que haverá uma operação mais lenta que determinará a velocidade de produção de todos os operadores da linha de montagem. Essa operação mais lenta é chamada de gargalo ou, em inglês *bottle neck*.

O GBO permite verificar os gargalos do processo por meio das barras que ultrapassam a linha do *takt time*, a indicar qual dos operadores está sobrecarregado, a causar atrasos e até mesmo paragens no processo. É fundamental introduzir o balanceamento de operações para reduzir a ocorrência de gargalos e também satisfazer as necessidades do cliente, mesmo diante de uma intercorrência.

De acordo com Joint Commission (2013), sem balanceamento alguns funcionários ficam sobrecarregados de trabalho enquanto outros são subutilizados. O GBO possibilita reequilibrar rapidamente um processo quando o *takt time* sofre alteração devido às variações da procura e permite identificar quais operações estão sobrecarregadas e quais são subutilizadas.

Uma das maiores vantagens de se balancear um processo é que desta forma todo posto de trabalho produzirá de forma sincronizada, no tempo determinado e na quantidade necessária, a gerar assim um fluxo contínuo e eliminar os atrasos, desperdícios de sobreprodução, *stock* e espera (Santos et al., 2021).

2.4.10 PDCA

PDCA é o acrónimo das palavras em inglês: *Plan, Do, Check e Act* correspondentes às palavras em português: Planear, Fazer, Verificar e Agir. O PDCA foi criado por Walter Shewhart na década de 30 e aprimorado por W. Edwards Deming (Dennis, 2008).

De acordo com Joint Commission (2013), PDCA é um ciclo utilizado ao realizar uma alteração do processo de trabalho mediante planeamento, experimentação, verificação de resultados e ação com base no que foi aprendido durante o período do ciclo. Esta ferramenta é amplamente utilizada para solução de problemas e melhoria de processos. Muitos defendem que o PDCA se tornou um modo de pensar e deve ser encarado como a alma da aprendizagem para a empresa.

Liker & Franz (2013), definem o PDCA como um ciclo em que a solução de um problema deve sempre começar com um bom planeamento para a identificação da causa-raiz. A seguir deve-se realizar simulações de possíveis soluções e verificar se o objetivo proposto foi alcançado. Se houver melhoria, é necessário padronizar as práticas para disseminar para outros locais em que as soluções possam ser utilizadas e criar sistemas de controlo para manter os resultados. Caso contrário, é necessário iniciar outro ciclo para encontrar novas possíveis soluções.

O uso do PDCA alavanca enormes benefícios para as empresas. Obara & Wilburn (2012) afirmam que, se usada corretamente, esta ferramenta assegura a empresa de nunca ter o mesmo problema repetidamente. Liker & Franz (2013) reforçam que nenhum processo é *Lean*

em si, mas ao seguir o ciclo PDCA, o constante direcionamento pela eliminação de perdas nos permite tornar as atividades cada vez mais enxutas.

Como representado na Figura 17, adaptada de Liker & Franz (2013, p. 27) o ciclo PDCA é dividido em quatro fases essenciais para solucionar um problema, sendo elas:

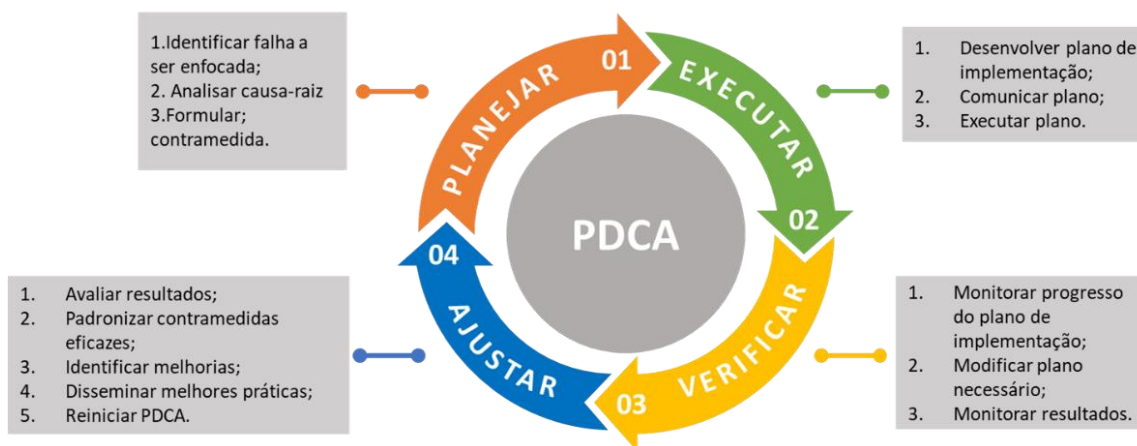


Figura 17: Ciclo PDCA. Fonte: Adaptado de Liker & Franz (2013, p.

1. Planear: Nesta etapa é fundamental identificar uma necessidade ou problema. Esclarecer o problema, detalhar, estabelecer meta, analisar a causa raiz, desenvolver contramedidas e criar plano de ação. Nesta fase além de encontrar a causa real do problema, é fundamental identificar a lacuna entre desempenho real e meta (Liker & Franz, 2013). “Para planejar devemos determinar: para onde queremos ir e como chegaremos lá” (Dennis, 2008, p. 161).

2. Fazer: Esta fase se inicia após a identificação da causa raiz do problema ou da determinação de pontos chaves de melhoria, o objetivo nesta etapa é realizar as mudanças e soluções propostas identificadas na fase anterior e implementar as ações de acordo com o plano de ação criado.

3. Verificar: A seguir à execução do plano de ação é necessário que haja a avaliação dos resultados. Esta fase consiste na monitorização do processo implementado e na procura de informações relevantes a partir de dados coletados, indicadores e gráficos comparativos do antes e depois da implementação.

4. Agir: Após avaliação, identificam-se as ações que resultaram em melhorias e as que serviram de aprendizagem. Nesta fase constata-se as contramedidas de sucesso, realiza-se a padronização das mesmas e identifica-se as lacunas para realizar novas mudanças e registrar lições aprendidas, assim como criar objetivos e recomeçar o ciclo.

É importante frisar que o PDCA requer avaliação contínua dos resultados, pode ser aplicado em qualquer organização de qualquer nível de maturidade. A utilização desta ferramenta promove a aprendizagem dos funcionários por meio do *Brainstorming* necessário na fase de planeamento e cria ambiente de cooperação entre sectores diversos.

2.4.11 Relatório A3

O Relatório A3 é uma ferramenta simples, prática e objetiva que facilita a organização das ideias de forma sistemática em prol da resolução de problemas ou oportunidades de melhoria. Esta ferramenta é amplamente utilizada para criação de projeto, análise e solução de problemas em qualquer tipo de indústria.

O Relatório A3 tem esta denominação porque foi idealizado para ser desenvolvido num papel de tamanho A3 com *design* que permitisse que todas as etapas de identificação do problema/ oportunidade, análise e plano de ação fossem documentadas numa única folha de papel. A lógica das etapas a serem preenchidas é baseada no PDCA e então o Relatório A3 é dividido em oito secções que são: Tema, Definição do Problema ou Oportunidade, Condição Atual, Análise de Causa Raiz, Objetivo, Plano de Ação e Monitorização.

O objetivo do Tema é descrever o problema ou oportunidade de forma objetiva, de preferência numa ou duas linhas, para que o entendimento seja instantâneo. Neste campo não é permitido descrever a solução. Já a Definição do Problema deve ser bem detalhada, a demonstrar qual o local de origem do problema, como ele é gerado, o que ele afeta, e os históricos relevantes. A Condição Atual comprova por meio de dados quantitativos o que foi referido no campo anterior de definição do problema. É aconselhado ilustrar os dados por meio de gráficos, pois estes demonstram exatamente a situação atual, de modo a mensurar o tamanho do problema de forma visual.

No campo de Análise de Causa Raiz é fundamental associar outras ferramentas que procuram as causas raiz dos problemas, como o caso do Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto ou o método dos 5 Porquês, que significa perguntar cinco vezes “por que” sempre que encontrar um problema. Ao responder cinco vezes, normalmente se encontra a natureza do problema na quinta resposta e assim a solução torna-se mais clara.

Com relação ao campo Objetivo, este é reservado para estabelecer meta de projeto. O objetivo deve ser específico, dimensionável, realista e adequado ao tempo, ou seja, não basta simplesmente citar qual é o objetivo, mas deixar claro ao leitor como e quando o mesmo será alcançado. Já o campo de Plano de Ação serve para desenvolver o passo a passo das atividades de implementação do projeto de melhoria. No plano de ação é fundamental conter sequência de

atividades, prazo e responsáveis por ação. Por fim, a parte de monitorização serve para demonstrar os indicadores escolhidos, bem como verificar se estão a melhorar de acordo com o objetivo.

De seguida, na Figura 18 ilustra a estrutura típica de um relatório A3:

RELATÓRIO A3	
1. TEMA:	DATA:
2. DEFINIÇÃO:	5. OBJETIVO:
3. CONDIÇÃO ATUAL:	6. PLANO DE AÇÃO:
4. ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS / CAUSA RAIZ:	7. INDICADORES E MONITORAMENTO:

Figura 18: Modelo Relatório A3.

Segundo Spagnol et al. (2018) explicam que além da ferramenta auxiliar os colaboradores a melhorar processos de maneira rápida e eficaz, gera comprometimento na solução de problemas. A ferramenta foi desenvolvida para auxiliar o utilizador a perceber o problema, estudá-lo, identificar as causas, estipular contramedidas e definir plano de monitorização. O relatório A3 também aproxima os líderes dos seus liderados e pode ser utilizado em todas as áreas de uma organização, desde operações mais simples até as mais complexas.

O Relatório A3 é uma ferramenta muito eficaz, pois traduz visualmente os dados em informações, a facilitar a interpretação de qualquer observador. Na aplicação do quadro de gestão visual, essa ferramenta deve ser um dos documentos em exibição para todos os colaboradores. A ferramenta traz credibilidade à proposta de solução pois apresenta um raciocínio lógico que parte desde a análise até a geração das soluções, a incluir o detalhe do planeamento e acompanhamento dos indicadores.

2.4.12 Indicadores e medidores de desempenho

Womack & Jones (2003) assumem, baseados no *benchmarking* de diversas empresas espalhadas pelo mundo todo, que a implementação *Lean* junto aos indicadores de desempenho demonstram que a transformação de um sistema de produção clássico de lote e produção

empurrada para o sistema JIT, puxado, com fluxo contínuo é capaz de dobrar a produtividade, reduzir 90% do inventário e igualmente melhorar o tempo de produção.

Por meio dos indicadores chaves de desempenho ou em inglês, *Key Performance Indicators (KPI)* é possível medir resultados e o sucesso da empresa. Os indicadores nada mais são que os parâmetros que permitem qualificar e quantificar ao longo do tempo uma métrica de forma a avaliar a sua evolução ou retrocesso. Existem milhares de *KPI's*, sendo necessário definir os indicadores relevantes aos objetivos da empresa, pois serão esses indicadores que medirão a *performance* desses objetivos.

A filosofia do *Lean* está diretamente relacionada com alinhamento de objetivos da empresa. A efetividade do processo só pode ser colocada em prática quando os objetivos são claramente estabelecidos e divulgados. Os indicadores servem como referência e têm uma grande influência e impacto na implementação de *kaizen*. Metas tangíveis levam a comportamentos direcionados e ao identificar os objetivos junto da equipa, os comportamentos certos são encorajados para o atingimento da meta (Obara & Wilburn, 2012).

De acordo com Herrera et al. (2019), a manufatura enxuta tornou-se uma relevante alternativa para aumentar a produtividade e melhorar habilidades de fabricação que melhoram a competitividade de uma empresa. Os autores ainda acrescentam que é possível medir a produtividade por meio dos indicadores relacionados com a eficácia, a eficiência e os fatores internos da companhia.

Segundo Dennis (2008), a medida central para a eficácia das máquinas é a disponibilidade, medida por meio da divisão do tempo efetivo de produção pelo tempo previsto para produzir. Outra métrica relevante é a eficiência de desempenho que corresponde ao tempo de operação líquido subtraído pelo tempo perdido, dividido pelo tempo de operação líquido. Por último, o autor cita o indicador que controla a eficácia geral de equipamento ou *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* que corresponde à multiplicação de três índices: taxa de disponibilidade, eficiência de desempenho e índice de qualidade.

Para Narusawa & Shook (2016), existem dois indicadores fundamentais em qualquer instalação industrial: a taxa de operação e a disponibilidade operacional. Enquanto a disponibilidade operacional analisa se uma operação é realmente executada conforme o previsto, ou seja, o tempo durante o qual uma máquina funciona corretamente, sem paragens, a taxa de operação é o tempo que a máquina é de facto utilizada para produzir dentro de um determinado período.

Mann (2005) conclui que as práticas de gestão *Lean*, pautadas pelos indicadores, identificam em que momento o desempenho real não condiz com o desempenho esperado e assim permite criar e atribuir contramedidas e acompanhar progressos de melhoria para alinhar ou até mesmo superar o valor efetivo com o anteriormente definido.

2.4.13 Padronização

Também designado de Trabalho Normalizado, o trabalho padrão foca-se em eliminar as variações que existem nos processos. Para Mann (2005), trabalho padronizado é um conjunto de especificações, geralmente próprio de uma estação de produção, que inclui a sequência em que os elementos de trabalho devem ser executados, bem como o tempo de execução de cada etapa. O objetivo do trabalho padrão é fazer com que todo o operador trabalhe da mesma forma e dentro do *takt time*, de modo a reduzir a possibilidade de desperdícios e quedas de velocidade.

Para Narusawa & Shook (2016), padrões são imagens ou instruções claras de uma condição desejada. Os padrões tornam óbvias as situações anormais de forma imediata para que sejam corrigidas de acordo com o estabelecido pelo próprio padrão. Um bom padrão deve ser simples, claro e sempre que possível, visual. Segundo Dennis (2008) todo o trabalho padronizado consiste em três elementos: o tempo *takt*, a sequência de trabalho e o *stock* em processo, como demonstrado na Figura 19, retirada de Dennis (2008, p.121).

Para Toyota, o objetivo principal do STP é reduzir custos relacionados à produção e, para isso, a empresa procura eliminar as ineficiências de produção e de trabalhadores em excesso. Ao implementar o trabalho padrão, a Toyota procura trabalhar com o número mínimo de funcionários de forma a alcançar alta produtividade por meio do trabalho eficiente, sem perdas. O trabalho padronizado permite o balanceamento da linha em termos de ritmo de produção e a execução das atividades com o mínimo de material em processo, ou seja, *stock* intermediários, além de eliminar possíveis acidentes e peças defeituosas.

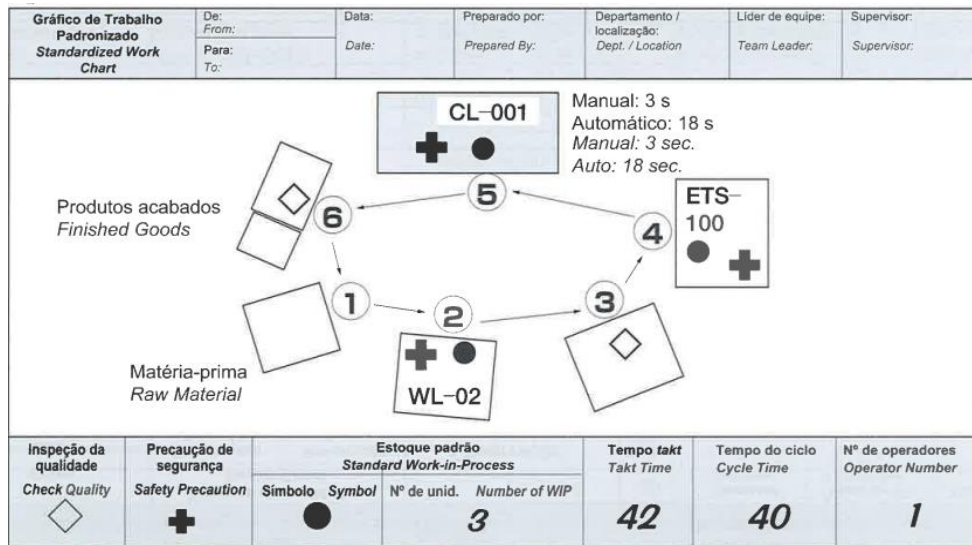


Figura 19: Carta de Trabalho Padrão. Fonte: Narusawa & Shook (2009, p. 121)

De acordo com Obara & Wilburn (2012), obtemos a padronização do processo, depois de ter o processo controlado e validado ao longo da implementação. Se padronizamos algo sem antes validar podemos perpetuar práticas erradas por um longo período. A padronização assegura o máximo retorno do PDCA rumo à melhoria contínua. “Depois de realizada uma melhoria, ela deve passar a ser o padrão para aquele processo (...) quando se adere a esse padrão, os problemas do passado não apresentam recorrência” (Joint Commission, 2013, p. 33).

Segundo Narusawa & Shook (2016, p. 84) “no STP qualquer operação repetida mais de uma vez deverá ser padronizada”. A padronização é a base das operações para que haja uma produção facilitada, segura, e de acordo com o esperado. Por meio da padronização os operadores conhecem os procedimentos exatos para realização do trabalho. O trabalho padronizado estabelece bases para a melhoria contínua por meio da mesma documentação disponibilizada para todos os turnos, reduz assim as variações, aumenta a segurança, além de facilitar a formação de novos colaboradores.

De acordo com Dennis, (2008), o trabalho padronizado apresenta muitos benefícios. Não só promove a estabilidade de processos, a facilitar assim o alcance de metas de produtividade, qualidade, custo, *lead time* e segurança, mas também auxilia na comparação do ritmo de produção com o *takt time*. O trabalho padronizado dissemina a aprendizagem organizacional, de forma a aumentar o *know how* e experiência dos funcionários. Da mesma forma, facilita a realização de auditorias e identificação de problemas no processo, promove *kaizen* uma vez que tudo pode ser sempre melhorado.

2.5 Relação entre a implementação do *Lean* e o aumento da produtividade

Com o objetivo de melhor compreender a relação entre implementação da filosofia do *Lean Manufacturing* e o aumento de produtividade nas empresas, este subcapítulo servirá para demonstrar os resultados apresentados por diversos autores a partir da implementação do Pensamento *Lean* em fábricas de diferentes setores.

Lima & Loos (2017) demonstram o ganho de 44% em produtividade a partir da implementação da metodologia *Lean* numa indústria metalúrgica. Os autores citam que iniciaram a implementação pelo acompanhamento das rotinas dos colaboradores e observação dos fluxos de materiais e informações. Após analisarem o cenário encontrado, procuraram detectar oportunidades de melhoria com intuito de aplicar o fluxo contínuo.

Realizado o diagnóstico, os autores detectaram inúmeros desperdícios de movimentação e transporte entre as operações e estações de trabalho. Somente de movimentação desnecessária dos operadores somavam-se ao final do dia 176,4 metros percorridos. De acordo com os autores o estudo também revelou um *takt time* de 47 minutos, o tempo de processamento total de um lote de dez esquadrias de alumínio em todo o fluxo de valor apresentava um *lead time* de 533 minutos e o *stock* intermediário diário, no setor de montagem era de 111 esquadrias. (Lima & Loos, 2017)

Diante da situação exposta, os autores realizaram algumas ações de melhoria: primeiramente, fizeram a modificação no *layout* da operação de montagem de acessórios das esquadrias ao aproximar os postos de trabalho aos armários de abastecimento. E então, acrescentaram à linha de produção, um abastecedor para evitar que o colaborador da montagem de acessórios se deslocasse em excesso. Após essas duas melhorias, a movimentação do operador baixou de 176,4 metros para aproximadamente 13,6 metros, ou seja, houve uma redução de 92,3% nas movimentações e transporte de operador.

Após avaliarem existência de outros desperdícios, houve uma *task force* para eliminar todos os elementos que não adicionavam valor à operação e, dessa forma, conseguiram reduzir o tempo de ciclo de 15 minutos para 8,4 minutos, a resultar em 44% a mais de produtividade.

Tiwari & Sharma (2022) apresentam como conseguiram aumentar 53,84% da sua produção a partir da implementação do *Lean Manufacturing* numa empresa fabricante de componentes automotivos localizada em Pithampur, uma área industrial na Índia. O objetivo do estudo era aumentar a produtividade por meio da identificação de oportunidades durante a observação das atividades e análise do tempo das operações.

Os autores defendem que o *Lean* e a padronização devem estar sempre interligados na fabricação. A maximização do lucro é conquistada devido à redução do desperdício por meio da utilização de ferramentas enxutas e a padronização deve ser colocada em prática após as melhorias serem implementadas (Tiwari & Sharma, 2022).

O processo de implementação *Lean* neste estudo iniciou-se com a identificação dos problemas na fábrica, principalmente com foco em encontrar desperdícios no processo. Uma equipa multifuncional foi constituída para observar de perto a linha de montagem e a coleta de dados foi feita por observação direta. Somente após esta avaliação foi realizada a seleção das ferramentas *Lean* mais adequadas. A equipa escolheu utilizar o Value Stream Mapping (VSM) o balanceamento de operadores e *kaizen* (Tiwari & Sharma, 2022).

Todas as ferramentas enxutas foram utilizadas com o objetivo comum de aumentar a produtividade por meio da redução dos desperdícios encontrados. A partir do mapa de fluxo de valor identificaram-se muitos desperdícios no processo, o que permitiu criar o estado futuro desejado e desenvolver *kaizen* para eliminar tais desperdícios.

Com base na cronometragem dos tempos das atividades dos colaboradores foi possível desenvolver o balanceamento da linha, redistribuir a carga de trabalho dos operadores de forma uniforme e modificar o *layout*. Essas ações garantiram uma melhor distribuição do tempo de ciclo entre os funcionários e aproximou todos os tempos de ciclo ao *takt time*.

Tiwari & Sharma (2022) demonstram que após implementar o *kaizen* sistematicamente, conseguiram atender a nova procura de 200 unidades com apenas um operador a mais. Sendo assim, a produção que antes era de 130 unidades cresceu 53,84% e a produtividade cresceu de 18 para 25 peças por operador, ou seja, obteve um aumento de aproximadamente 39%.

Os autores concluem que os resultados demonstram que o aumento da produtividade é possível após avaliação cuidadosa, eliminação de desperdícios a partir das ferramentas enxutas, realização de modificações no *layout* e a atribuição de um número adequado de trabalhadores (Tiwari & Sharma, 2022).

Segundo Gillani et al. (2021), nos cenários que demonstram procura cada vez maior e procura por custos reduzidos do processo, a produção enxuta beneficiou empresas de diferentes portes espalhadas por diferentes setores, pois é um método que resulta em aumento geral de produtividade. Durante a implementação do *Lean Manufacturing* é de suma importância ter foco em minimizar os desperdícios associados ao processo e então as procuras do consumidor serão atendidas no prazo e a qualidade e os padrões serão mantidos ou até melhorados.

Os autores dedicam-se a realizar a pesquisa a fim de utilizar ferramentas *Lean* num processo de revestimento a laser com objetivo de reduzir os tempos de paragem de máquina e aumentar a eficácia e a produtividade geral do equipamento. Gillani et al. (2021) explicam que o revestimento a laser é uma das mais avançadas tecnologias em revestimento de metal e é considerada vantajosa sobre tecnologias convencionais de soldadura.

O foco principal do estudo era minimizar o tempo que não agregasse valor associado ao processo. A análise preliminar identificou as principais causas destas ineficiências, a incluir falta de padronização de processo, ausência de cronograma de manutenção, movimentos desnecessários, projeto de máquina ineficiente e riscos de saúde e segurança dos operadores. Após implementação das recomendações propostas no chão de fábrica, obteve-se redução do tempo de ciclo e aumento da produtividade, além de redução dos riscos de segurança devido à alta exposição ao pó e temperatura.

Neste estudo de caso, a identificação do principal problema foi abordada inicialmente usando a ferramenta do *Value Stream Mapping*, seguido pelo Diagrama de Ishikawa. Um dos principais motivos associado ao problema de alto tempo de processamento é a falta de padronização do processo e o tempo irregular do *setup* das máquinas. Após a avaliação do problema, foi criado um relatório A3 a fim de demonstrar as lacunas e propor metas. O plano de ação desenvolvido incluiu criação de procedimento padrão, padronização de limpeza e inspeção de segurança (Gillani et al., 2021).

De acordo com Gillani et al. (2021), após a implementação, observou-se que o tempo de máquina parada foi reduzido em 41,6%, enquanto a produtividade aumentou 20,9%. Os autores terminam seu estudo a concluir que o Pensamento *Lean* é uma jornada de melhorias contínuas e, como tal, sempre haverá margem para melhorar ainda mais o processo. Na era atual de globalização, torna-se crucial que as indústrias avancem com abordagens enxutas, de forma a permitir minimizar os desperdícios e agregar valor ao cliente, além de se manterem competitivas no mercado.

De acordo com Canales-Jeri et al. (2022), as pequenas e médias empresas (PME) Peruanas estão a sofrer no mercado por dois fatores: ineficiência das suas operações e a alta concorrência de grandes indústrias. Nos últimos anos, houve aumento na competitividade do setor têxtil devido a melhor qualidade e maior volume oferecido por grandes indústrias estrangeiras e para agravar o cenário, as PMEs Peruanas do setor têxtil possuem baixa produtividade e recorrentes atrasos nas entregas.

Segundo Canales-Jeri et al. (2022), após realizarem a fase de diagnóstico, descobriram que havia 20% de produtos defeituosos, o que se reflete numa perda de aproximadamente 87.360 peças por ano e 60% das entregas estavam fora do prazo. Entre os problemas específicos, foi possível destacar falhas no controle de qualidade, baixa qualidade do produto, fluxo de material desorganizado, falta de comunicação, produtos defeituosos e entregas atrasadas. Todos esses problemas refletiram numa perda bruta de 16,5% das vendas.

Esses fatores estão diretamente relacionados ao atraso competitivo, a resultar na necessidade de novas formas de trabalho e metodologias. Dessa forma, os autores propõem como solução para melhoria dos processos, eficiência das operações e ganho de competitividade, a utilização de ferramentas de manufatura enxuta, tais como o JIT, *kanban* e Trabalho Padronizado. O estudo de caso é baseado numa metodologia criada pelos autores que é composta de três fases: entradas, implementação e saídas.

O objetivo principal do estudo de caso está centrado em melhorar a produtividade no processo de produção e diminuir o tempo de entrega do pedido no armazém. Após realizar as melhorias observou-se que a produtividade passa de 8,34 para 15,86 peças por hora, além da conquista de 13% na redução de defeitos. Da mesma forma, observa-se 50% de melhoria no indicador de atrasos de entrega em que antes representavam 60% e foi reduzido para metade, 29,9%, enquanto a cobertura da procura subiu para 85% (Canales-Jeri et al., 2022).

Para Canales-Jeri et al. (2022) o ganho de eficiência da fábrica significa maior produtividade, que ao mesmo tempo se traduz em melhoria financeira e grande satisfação dos funcionários, alta direção e clientes. Quanto à redução de produtos defeituosos, isso significa menos recursos financeiros gastos em reprocessamento e multas. Pautados por estes resultados, os autores não só acreditam, como confirmam que a aplicação da metodologia *Lean* é bem-sucedida e a eficácia de ferramentas como o *kanban*, JIT e trabalho padronizado utilizadas como ferramentas para melhorar a eficiência e aumento de produtividade e gestão como um todo.

A partir do estudo realizado numa fábrica de autocolantes aquosos Crisóstomo & Jiménez (2021) constatam a baixa produtividade do setor ao longo dos últimos anos cujos valores se revelaram em média 4,37 Kg/h.h, inferior ao valor esperado de 5 Kg/h.h. Dessa forma, os autores, consideraram necessário aplicar uma estratégia de melhoria com base no *Lean Manufacturing*, de modo a utilizar as ferramentas *kaizen* e 5S. A aplicação foi desenvolvida em 4 etapas: diagnóstico, conceção, implementação e avaliação de resultados e alcançou produtividade média de 5,58 Kg/h.h.

Crisóstomo & Jiménez (2021), definem a metodologia *Lean Manufacturing* como um modelo de gestão de excelência e melhoria contínua que consiste na eliminação de desperdícios que não agregam valor ao produto e que é composto por diferentes ferramentas e metodologias baseadas na melhoria dos processos.

Na fase de diagnóstico foi analisada a produtividade do setor, selecionou-se a equipa de recolha de dados e implementação do projeto e realizou-se formação da metodologia *Lean* para que todos os participantes estivessem preparados para aplicar as ferramentas e analisar os dados, assim como se sentissem confortáveis com tal aplicação. A primeira ferramenta aplicada foi o 5S, a equipa iniciou o estudo realizando o diagnóstico utilizando um *checklist* e depois aplicou as 5 etapas do 5S: separar, organizar, limpar, padronizar e auditar.

Crisóstomo & Jiménez (2021) demonstram que no diagnóstico de 5S, a auditoria obteve um valor médio de 2,8 pontos numa escala de 0 a 5 pontos. Após a aplicação da ferramenta obteve-se como resultado da auditoria o valor médio de 4,03 pontos, ou seja, houve um aumento de aproximadamente 44% no índice. Após a aplicação dos 5S, além de reduzir transporte de materiais e pessoal, percebeu-se a melhora da organização e limpeza e a redução do tempo de procura de ferramentas e materiais.

A implementação da segunda ferramenta, o *kaizen*, compreendeu a identificação das causas de tempo excessivo do processo de fabricação do produto por meio do *Brainstorming* e Diagrama de Pareto. O *kaizen* realizado incluiu atividades de manutenção e após a implementação, o tempo do processo de fabricação que era de 20 horas e 15 minutos passou para 17 horas e 9 minutos, ou seja, o tempo de fabricação foi reduzido em 3 horas e 6 minutos, correspondendo a um ganho de 15,3% (Crisóstomo & Jiménez, 2021).

A Figura 20 demonstra que a implementação da filosofia *Lean* e o uso de suas ferramentas aumentou a produtividade de todas as empresas citadas neste subcapítulo.

Autores	Local do Estudo	Motivações do estudo	Ferramentas utilizadas	Resultados
Lima & Loos (2017)	Indústria Metalúrgica	Desperdícios de movimentação e transporte entre as operações e estações de trabalho.	Modificação no <i>layout</i> , contratação de um abastecedor de linha.	44% aumento em produtividade e 92,3% de redução nas movimentações e transporte.
Tiwari & Sharma (2022)	Componentes automóveis	Desnívelamento entre funcionários.	VSM, Balanceamento de Operadores, alteração no <i>layout</i> e <i>Kaizen</i> .	39% aumento em produtividade e 53,84% aumento de produção.
Gillani et al. (2021)	Revestimento de metal	Falta de padronização de processo, tempo irregular de setup, movimentos desnecessários.	VSM, Diagrama de Ishikawa e Relatório A3.	20,9% em aumento de produtividade e 41,6% em redução de paragens de máquinas.
Canales-Jeri et al. (2022)	Setor Têxtil	Produtos defeituosos e entregas fora do prazo.	JIT, <i>kanban</i> e Trabalho Padronizado.	90% em aumento de produtividade , 13% redução de defeitos e 50% em redução de atrasos.
Crisóstomo & Jiménez (2021)	Fábrica de autocolantes aquosos	Baixa produtividade, desorganização.	5S, <i>Kaizen</i> , Diagrama de Pareto.	28% aumento de produtividade e redução de 15,3% em tempo de processo.

Figura 20: Resultados estudos de caso: implementação do *Lean*.

3. MODELO DE APLICAÇÃO

De forma a facilitar e garantir a correta e próspera implementação da produção enxuta é proposta uma metodologia que se pauta no PDCA e integra as principais ferramentas, métodos, princípios e indicadores do *Lean Manufacturing*. O modelo desenvolvido, ilustrado na Figura 21, é composto por quatro fases: Diagnóstico, Implementação, Controle e Encerramento e tem com propósito guiar na implementação do *Lean*, assim como na obtenção de resultados lucrativos.



Figura 21: Estrutura do modelo de aplicação.

A primeira fase apresenta três etapas sendo a primeira de Estudos e observações, a segunda de Coleta de Dados e a terceira, Análise de Dados. A segunda fase compõe etapas de Planeamento, Formação e Aplicação de projetos de melhoria contínua. A fase de Controle objetiva comparar resultados atuais com os passados e com as metas pré-estabelecidas. A quarta e última fase é relativa ao Encerramento e tem como objetivo corrigir e criar lições aprendidas de atividades que não saíram como o esperado, compartilhar os resultados e padronizar atividades que funcionaram. Esta fase também serve como precursora de um novo ciclo de melhorias.

3.1 Fase de Diagnóstico

A primeira fase do modelo consiste na realização de um diagnóstico preciso, necessário para compreender o *status* real da área estudada, ou seja, neste momento é fundamental constituir uma avaliação prévia de determinada situação para posteriormente criar objetivos e planos de ação. Esta fase é composta por etapa de Estudo, Coleta e Análise de Dados.

3.1.1 Etapa de Estudo

Liker (2007) explica que Taichii Ohno tinha o hábito de pedir que seus gerentes se posicionassem num círculo desenhado no chão de fábrica e observassem por horas o processo a fim de identificar, questionar e analisar problemas, gargalos e desperdícios. Na primeira hora os funcionários entendiam o processo, em seguida começavam a perceber os problemas, e depois de algumas horas já se questionavam o porquê de cada situação irregular e procuravam propor contramedidas.

Lima & Loos (2017) reforçam que valor, na filosofia *Lean*, é toda a atividade que gera percepção de relevância para o cliente, ou seja, o consumidor decide comprar por perceber que aquele produto ou serviço satisfaz as suas necessidades. Atividades que não geram valor agregado são desperdício e eliminá-los potencia o desempenho das organizações para satisfação e fidelização do cliente.

O pré-requisito para definir um desperdício é entender a situação, devemos solucionar problemas e melhorar processos de forma a procurar a sua origem e ir ao local onde se manifesta. Para melhor compreender o cenário atual o primeiro passo é visitar o chão de fábrica e por uma a duas semanas observar e obter informações relevantes para o início do projeto.

Se *gemba* é o local onde o trabalho acontece, *genchi gembutsu* significa ver por si mesmo para compreender completamente a situação. Estando no *gemba* existem algumas questões que podem auxiliar na análise da situação observada: As principais questões a serem respondidas são:

- Como está a situação atual? O setor parece organizado e sob controlo?
- Quais são as principais atividades do processo?
- Existem muitos desperdícios no processo? Quais?
- O fluxo é nivelado? Todos os operadores produzem igualmente? Observa-se algum operador em espera?
- O fluxo é contínuo ou há stocks em processo?
- Há paragens de máquinas? De quanto em quanto tempo? Quais os motivos?
- Como ocorre o *setup* das máquinas? Todos são treinados a fazer *setup*?
- Há gestão à vista no setor? De que tipo? Há atualização das informações? Com que periodicidade?
- Há trabalho padronizado? Há instruções de trabalho no *gemba*?
- Como é o abastecimento de material? Existe abastecimento externo? Ou é o funcionário que se desloca para ir buscar material/ferramentas?
- Há movimentação de operadores? Quais os motivos?
- Como está a qualidade da produção? Percebe-se muito retrabalho?
- A produção é *just-in-time* ou há *stock* acabado?
- Os funcionários estão satisfeitos? Trabalham em equipa?
- A liderança é respeitada? Realiza um bom trabalho?

A primeira fase desta metodologia pretende apurar o estado atual da organização a partir da observação e questionamento. É o momento de identificar o que de facto é necessidade do

cliente e avaliar atividades de desperdício que afetam o desempenho e eficiência dos processos. “A inspeção cuidadosa de qualquer área de produção revela desperdício e espaço para melhorias” (Ohno, 1997, p. 73).

3.1.2 Etapa de Coleta de dados

O Segundo passo é elaborar e aplicar uma folha de produção que descreva as principais paragens de máquinas exibidas na etapa de estudos a partir da observação e questionário. Todos os funcionários devem preencher essas folhas com a produção diária, principais paragens, motivos, peças boas, peças com defeitos, descartadas e peças retrabalhadas. Todos esses problemas impactam diretamente o tempo de processamento e reduzem a produtividade, eficiência e eficácia do processo.

A partir da coleta de dados, os números dirão se o que foi observado é de facto o problema atual. Na fase de diagnóstico é necessário medir para entender a gravidade de cada *muda* e é na etapa de coleta de dados que é fundamental se informar sobre a capacidade do setor, a produtividade atual e toda informação relevante para o estudo. Ou seja, esta etapa existe para conhecer a fundo o setor ou processo que almeja melhorar.

Araújo et Al. (2017), defendem que a melhoria dos recursos, a fim os tornar mais rentáveis visa o aumento de produtividade nas empresas. A crono-análise é uma das ferramentas utilizadas com o objetivo de maximizar a utilização de recursos humanos dentro da metodologia chamada estudo do trabalho. Sendo assim, essa ferramenta avalia todas as ineficiências com maior impacto no sistema produtivo que interferem no tempo padrão e no tempo de ciclo das atividades.

A análise do tempo, também conhecida como crono-análise destina-se a medir o tempo e o ritmo de execução das operações a fim de identificar, reduzir e eliminar tempos improdutivos e movimentos em excesso, de modo a melhorar os processos, ao substituir métodos menos apropriados para os mais eficientes, de modo a deixar cada atividade mais enxuta e aumentar os índices de produtividade do setor (Araújo et al. 2017).

O terceiro passo também inserido nesta etapa é cronometrar as atividades dos operadores e então definir a capacidade do setor. O tempo padrão pode ser calculado por meio da cronometragem das tarefas diárias, sendo necessário medir desde o momento em que a atividade se inicia até ao momento que a mesma é finalizada. Para processos que são inviáveis de serem cronometrados, no caso de procedimentos muito curtos ou muito longos ou ainda atividades que possuem alta variabilidade de tempo é sugerido utilizar uma fórmula que é

definida pelo tempo total de produção dividido por quantidade produzida naquele tempo determinado.

Dennis (2008) reforça o conceito ao explicar que a crono-análise consiste em dividir o processo em vários elementos e cronometrar do início ao fim a atividade. Para que isso funcione da melhor forma, é fundamental haver a observação prévia para tornar-se familiarizado com o processo, entender a sequência de trabalho, medir pelo menos dez vezes e anotar trabalhos irregulares.

A crono-análise pode revelar muito sobre a condição atual do local de trabalho, é possível perceber se estamos atrasados ou adiantados, se o processo é repetitivo, se há subutilização de máquinas e equipamentos, se há muitas paragens, o quanto do tempo do processamento agrega valor e o quanto é desperdício.

3.1.3 Etapa de Análise de dados

Uma vez feita a projeção de procura adequada e capacidade do setor, é necessário comparar com os valores atuais, analisar os principais motivos de ineficiência e definir metas para implementação de projetos de melhoria contínua. Esta etapa tem como objetivo analisar as causas potenciais dos desperdícios e paragens de máquina identificadas. Para tal, é essencial a recolha de todos os dados considerados na folha de processo implementada e posteriormente, identificar as principais causas associadas a um ou mais problemas.

O quarto passo é definir prioridades entre as principais paragens de modo a criar projetos de melhoria contínua para solucionar cada causa de acordo com a sua relevância e frequência e assim solucionar todos os problemas responsáveis por baixa eficiência e produtividade.

Uma ferramenta bastante utilizada é o Gráfico de Pareto, um gráfico que demonstra a partir de frequências, a contribuição relativa de cada causa para o problema em análise, a permitir assim determinar as causas mais relevantes e então estabelecer prioridades de solução, a evitar o uso de esforços no combate a causas que apresentem pouca significância relativa ao problema. Normalmente, constata-se que 20% das principais causas de ineficiência são responsáveis por 80% da ineficiência.

A fim de consolidar a análise é fundamental realizar o quinto passo que é a definição dos indicadores. Os *KPIs* permitem de forma precisa, analisar em termos gráficos e numéricos o estado de um determinado processo, o progresso em relação à meta, além de permitir estabelecer o impacto dos diferentes fatores envolvidos na mudança e então facilitar a definição de melhorias para aumentar o índice. É importante salientar que a escolha dos indicadores deve

ir de encontro aos objetivos que se pretende alcançar e a análise deverá ser feita num período significativo, para que se torne confiável.

3.2 Fase de Implementação

A fase de implementação é dividida em três etapas: Planear, Formar e Aplicar. Antes de instituir a aplicação de novas estratégias, mudança de processos, alterações em posições dos colaboradores é fundamental criar um bom planeamento e realizar a comunicação prévia de toda a alteração a todos os envolvidos. Ao receberem formação, os colaboradores tendem a sentir-se parte da mudança e não alvos de mudança, isso fará toda a diferença no processo de aplicação de *kaizen*.

3.2.1 Etapa de Planear

Após a coleta e análise de dados, as informações serão claras e então a empresa sentir-se-á preparada para solucionar os principais fatores que impedem que o setor estudado seja mais produtivo. Identificadas as oportunidades de melhoria, é importante descrever medidas que permitam a otimização dos processos analisados, de forma a eliminar ou diminuir os problemas definidos na etapa anterior. No sexto passo é indicado realizar *Brainstorming* com as lideranças e os funcionários envolvidos para gerar projetos de melhoria contínua e então criar um plano de ação para cada um deles.

Para o sucesso da implementação dos projetos de melhoria contínua é fundamental a criação de um planeamento do cronograma de cada tarefa, assim como a definição do responsável por cada elemento de trabalho. O plano de ação é indispensável para mostrar com clareza o objetivo e todos os passos para alcançá-lo, com o cronograma há maior produtividade e clareza na execução das tarefas, além de maior otimização do tempo. O cronograma do plano de ação pode ser estruturado com base na ferramenta 5W1H que significa criar ações que respondam as seguintes perguntas: o que (*what*), quem (*who*), quando (*when*), por que (*why*), onde (*where*) e como (*how*).

O sétimo passo é criar o planeamento das tarefas, desde a primeira atividade, até a entrega do projeto. Recomenda-se nesta etapa a utilização de uma ferramenta simples, prática e intuitiva chamada Relatório A3. Esta ferramenta contempla um breve histórico do problema, apresentação dos principais dados coletados, objetivo do problema, assim como o plano de ação para implementação da solução e principais indicadores de controlo.

3.2.2 Etapa de Formar

De forma a consciencializar todos os colaboradores do setor sobre a existência da filosofia *Lean* é primordial fornecer formação sobre o Pensamento *Lean*, seus objetivos, princípios e principais desperdícios. A formação não só quebrará barreiras como pode também fomentar a cultura *Lean* e a ideia de mudança para melhor, os funcionários irão aceitar com mais facilidade novas transições e poderão inclusive ser propulsores da filosofia entre os outros colaboradores.

A formação não só poderá levar a eliminação de erros como também a conquista da confiança, além de facilitar a implementação da cultura do *Lean* na empresa. É fundamental neste, que é o oitavo passo, exibir os objetivos delineados, expor os indicadores de desempenho e os principais desperdícios, assim como os motivos de suas causas. Somente com o esforço coletivo, aceitação dos operadores e apoio da alta direção é possível abrir espaço à implementação e sustentabilidade da cultura *Lean* dentro da organização.

De acordo com Canales-Jeri et al. (2022) há uma importante tarefa de disseminar o Pensamento *Lean* para introduzir os colaboradores no modelo de manufatura enxuta, é uma das principais tarefas para desenvolver a gestão da mudança. Gillani et al. (2021) reforçam que a autonomia dos funcionários é um dos pilares do *Lean Manufacturing* e ao receberem formação adequada, os operadores aumentam suas habilidades e conhecimento sobre o processo e técnicas de manufatura enxuta, a aumentar assim a melhoria geral na cultura de trabalho.

3.2.3 Etapa de Aplicar

De acordo com Gillani et al., (2021), diversas ferramentas *Lean* podem ser aplicadas pelas indústrias para identificar e reduzir o valor não agregado, de modo a permitir a maximização da produção e a eficiência da operação. O nono passo tem como objetivo colocar em prática o plano de ação criado no passo anterior. Com intuito de facilitar a implementação dos projetos de melhoria contínua, é fundamental conhecer a fundo os problemas para então selecionar as principais ferramentas enxutas relacionadas às situações encontradas.

A fim de garantir a sustentabilidade da implementação do *Lean Manufacturing* numa organização é imprescindível que a aplicação das ferramentas enxutas não seja aleatória, num ato isolado, sem estudo prévio tanto da metodologia de aplicação como do cenário encontrado. É certo que uma ferramenta bem-sucedida numa determinada empresa pode não apresentar mesmos resultados noutra, é preciso avaliar o grau de aplicabilidade de cada ferramenta diante a situação exposta.

As ferramentas, na maioria das vezes, relacionam-se e complementam-se de forma a preencher lacunas que possam existir. Desta forma, uma ferramenta pode garantir mais do que uma única função, assim como uma ferramenta nem sempre traz os mesmos resultados, a escolha de uma determinada ferramenta, pode dar origem ao uso de outra ferramenta complementar, que, por sua vez, fornece novas informações quanto ao processo em análise.

Se o objetivo do projeto é melhorar a organização e a produtividade, a ferramenta mais indicada é o 5S, já se o foco for melhorar o fluxo do processo, pode-se utilizar o GBO e *kanban*. Se houver necessidade de melhor controlar os indicadores, a ferramenta prática para esse fim é o quadro de gestão visual. Se o intuito é reduzir os transportes pode-se usar o Gráfico de Esparguete e alterar o *layout*, porém, se o foco maior é reduzir defeitos e melhorar o tempo do processo a ferramenta indicada é a Padronização das atividades.

3.3 Fase de Controle

Esta fase consiste na verificação do impacto e desempenho da aplicação dos projetos de melhoria contínua bem como no controlo das medidas implementadas anteriormente, ou seja, tem por objetivo não só a garantia dos resultados das iniciativas planeadas como também a monitorização da constância destes resultados e das variações no processo. Desta forma, o décimo passo existe para avaliar a *performance* do novo processo e comparar os novos resultados com os obtidos anteriormente na fase de Diagnóstico.

Após a aplicação do plano de ação, deve-se analisar os efeitos do mesmo. A partir dos *KPIs* criados é possível confirmar se as ações implementadas por meio dos projetos de melhoria contínua atingiram os objetivos esperados. Canales-Jeri et al (2022) reforçam que é fundamental realizar auditoria interna, pois permite observar os resultados das alterações realizadas nas fases anteriores. Portanto, é essencial nesta fase haver um plano de monitorização que defina quem irá fazer a verificação, o que será verificado, com que frequência será controlado e como será realizada a avaliação.

Canales-Jeri et al (2022) complementam ao dizer que esta etapa é relacionada com a análise dos resultados obtidos na implementação. Como foco, a monitorização nos ajuda a compreender os efeitos positivos e negativos do modelo proposto a fim de reconhecer melhorias realizadas e desenvolver contramedidas de acordo com a compatibilidade das ferramentas enxutas usadas anteriormente.

Gillani et al (2021) reforçam que após a implementação de cada *kaizen* no chão de fábrica, os resultados devem ser medidos a partir dos principais indicadores de desempenho, como por exemplo, *KPI* de produtividade, produção, paragem de máquina e eficiência. Vale

ressaltar que cada empresa terá seus próprios indicadores de desempenho estabelecidos de acordo com os seus objetivos, sendo assim, esses indicadores sugeridos podem ser alterados de forma a atender as metas da organização.

Nesta fase é importante criar um quadro de gestão à vista para apresentar os dados e *KPIs*. Os funcionários sentem-se mais motivados quando sabem que sua *performance* está sendo analisada e que o processo está sendo estudado a fim de torná-lo mais simples, menos fatigante e mais confiável. Além disso, quando as informações estão disponíveis, os funcionários tornam-se mais autônomos para tomar decisões e gerar ideias de solução de problemas. Essa prática de compartilhamento de informações de forma constante, torna-se parte da cultura da empresa.

3.4 Fase de Encerramento

A fase de encerramento como o próprio nome sugere é a última parte do modelo de aplicação do *Lean Manufacturing*. Esta fase contém três etapas: Correção, Padronização e Melhoria Contínua, ou seja, visa corrigir o que não saiu como o esperado, padronizar o que deu certo e melhorar continuamente os processos a fim de eliminar novos desperdícios e obter números cada vez melhores.

3.4.1 Etapa de Correção

A partir da monitorização e controlo do processo são identificadas as atividades cujo indicador não está a apresentar resultados dentro do esperado. Ou seja, caso os resultados alcançados estejam abaixo do valor pretendido, o ciclo deve ser reiniciado, de modo a voltar à fase de Diagnóstico, a elaborar novas contramedidas. Este é o décimo primeiro passo.

É recomendado criar uma estruturação de lições aprendidas a fim de estabelecer a gestão do conhecimento para futuros projetos e problemas com causas raiz similares. Esta etapa é caracterizada pela revisão e reflexão de toda a experiência do projeto e avaliação das soluções propostas. O objetivo é difundir informações para que os futuros projetos possam se espelhar no que já foi realizado e deu certo, além de eliminar tempo de implementação de contramedidas ineficazes. Normalmente as lições aprendidas demonstram facilitadores e inibidores do projeto, assim como recomendações para projetos futuros.

3.4.2 Etapa de Padronizar

Após a verificação e a monitorização dos indicadores, uma vez que os processos geraram impactos positivos é imprescindível padronizá-los para que não voltem mais ao estado

da fase de diagnóstico, este é o décimo segundo passo. Gillani et al (2021) defendem que a padronização do processo é o ponto de partida para a criação de uma carta de trabalho padrão, procedimento operacional padrão (POP) ou instrução de trabalho (IT).

O objetivo da padronização é definir todo o processo de forma clara, simples de tal modo que todos os envolvidos compreendam o que fazer, como fazer e o façam da mesma maneira e no mesmo tempo, com a mesma qualidade. A padronização das atividades carrega consigo muitos benefícios para a organização. Além de aumentar a eficiência das operações, melhora a produtividade, eleva a qualidade do processo e facilita o controlo da atividade e dos operadores.

Outro fator relevante na padronização de processos é que se aplica aos novos processos semelhantes que possam surgir, ou seja, através do conhecimento adquirido torna-se mais simples e fácil a padronização de novas atividades e evita-se que os desperdícios sejam reincidentes. A padronização dos processos facilita implementar o método para outras equipas, assim, pressupõe que se estabeleça uma rotina de formação para todos os colaboradores que participem do procedimento a fim de uniformizar as tarefas.

De acordo com Canales-Jeri et al (2022), os documentos de trabalho padrão servem de referência não só para a formação dos colaboradores, mas também como alinhamento do trabalho e meio de controlo e garantia de mudanças. É necessário realizar monitorização contínua a fim de identificar se o procedimento padrão está sendo seguido pelos operadores e verificar se continua a gerar resultados positivos.

Para implementar o trabalho padronizado, é fundamental utilizar os conceitos relacionados ao *takt time*, tempo padrão e a sequência de tarefas avaliados nas fases anteriores. Uma vez que estes conceitos foram esclarecidos, é realizada a reorganização e o balanceamento das operações, de forma a otimizar os movimentos dos operadores e simplificar os transportes. Na IT ou no POP é fundamental constar sequência de produção, tempo e capacidade produtiva.

Para que uma ferramenta de trabalho padrão esteja bem elaborada é essencial considerar todo e qualquer recurso utilizado no processo, como máquinas, ferramentas e EPIs. A função básica desta ferramenta será definir todo o sequenciamento das tarefas de um processo para que os envolvidos entendam rapidamente o que fazer e como fazer. É fundamental conter ilustrações a indicar as ações e testá-las passo a passo antes de expô-las aos colaboradores a fim de validar a eficiência.

Canales-Jeri et al (2022) defendem que para que o trabalho padronizado seja desenvolvido como o esperado pelos colaboradores, é necessário formá-los previamente

utilizando a instrução de trabalho. Assim, além de manter todos no mesmo nível de conhecimento, é possível observar falhas na instrução.

3.4.3 Etapa de Melhoria contínua

A partir da padronização há um ciclo de monitorização para conquistar sempre a melhoria contínua do processo. Este ciclo denomina-se almejar a perfeição e é o décimo terceiro e último passo da metodologia desenvolvida para aplicação do *Lean manufacturing*.

De acordo com Gillani et al (2021), a abordagem de melhoria contínua concentra-se em melhorar o estado atual de uma situação de forma incremental. O caminho percorrido para o alcance da perfeição deve ser constante por todos os envolvidos no projeto, trata-se de um processo contínuo de esforços para obter aumento de produtividade e eficiência dos processos.

4. CASO DE ESTUDO

Neste capítulo será apresentada a empresa onde este caso de estudo foi desenvolvido, bem como a caracterização do setor onde o estudo se desenrolou, a demonstração da aplicação passo a passo do modelo criado para implementação do *Lean Manufacturing* e, por fim, os resultados obtidos a partir desse empenho. O foco deste capítulo é compreender as particularidades do setor estudado e demonstrar o percurso e os efeitos da implementação da produção enxuta.

4.1 Apresentação da empresa

A Cyclecia é uma empresa de médio porte do setor metalomecânico, fundada em 2000 e conta com 200 colaboradores no seu quadro de funcionários. Atualmente, a empresa é líder no mercado de fabricação de aros de bicicleta e é fornecedora para uma das maiores montadoras nacionais.

Num mercado altamente competitivo e exigente, os aros de bicicleta cada vez mais fazem uso da alta tecnologia para responder as necessidades crescentes de maior resistência, alto desempenho e baixo preço. A matéria-prima predominante na fabricação dos aros é a liga de alumínio, porém existem também os aros mais onerosos, fabricados a partir da fibra de carbono.

Além dos aros, produto mais vendido, a empresa Cyclecia destaca-se no mercado de rodas para bicicletas de todas as modalidades e para todas as idades, ao total a empresa conta com quatro modelos e três tamanhos no seu portfólio. No site de venda online, a empresa comercializa blocagens, eixos, raios, rolamentos e outros diversos componentes para montagem e manutenção das bicicletas.

A empresa trabalha com seis tipos diferentes de modelos de aros, com dez opções de tamanhos, três tipos de furação e dois modelos de travão. O produto avaliado neste estudo de caso será o aro MTB, com 36 furos e tamanho 26 polegadas e freio *v-brake*, este modelo apresenta maior procura, a representar 80% dos pedidos.

O processo produtivo do aro de bicicleta inicia-se com a calandragem das barras de alumínio, procedimento em que as barras são curvadas como uma mola para formar o aro. Em seguida, os aros passam pela serra, pino, fechamento, furação, pintura, maquinação, colagem e por fim, embalagem. Devido a alta ocorrência das paragens dos tornos e alta formação de *stock* de aros neste processo, o setor escolhido para ser estudado foi o setor de maquinação.

A Figura 22, ilustra o fluxograma dos processos que envolvem a fabricação do aro:

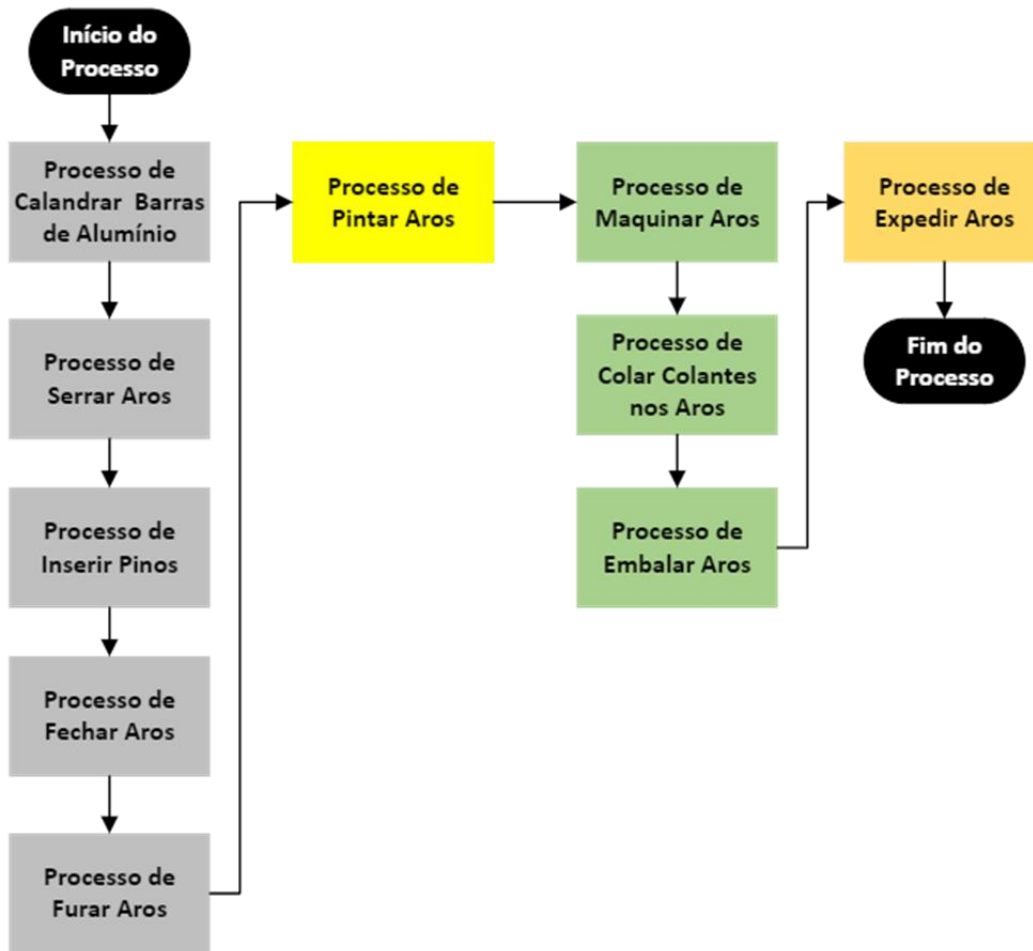


Figura 22: Fluxo do processo de fabricação de aros de bicicletas.

No início do estudo, a fábrica da Cyclecia funcionava em três turnos. A empresa contava com uma média mensal de procura de 150.000 unidades, porém a última previsão é de uma queda de aproximadamente 20% nas encomendas, a estabelecer-se 119.370 aros/mês. Sendo assim, a aplicação do *Lean Manufacturing* é fundamental para reduzir custos e os desperdícios e adaptar a capacidade produtiva à procura esperada.

Toda a redução expressiva na procura pressupõe redução de mão de obra, seja em circunstância de despedimentos, transferência de setores ou troca de ocupações. Neste contexto, a alta direção decidiu concentrar os três turnos num único turno a trabalhar em horário normal, ou seja, das 8:00 às 18:00. O obstáculo maior neste cenário é atender a procura prevista que reduziu somente em 20% com somente um turno e a resposta para este desafio certamente está em melhorar os processos atuais a partir do Pensamento *Lean*, reduzir os desperdícios a fim de aumentar a produtividade e a eficiência da produção.

4.2 Caracterização do setor de maquinação

O setor de maquinação da Cyclecia inclui três áreas: Maquinação, Colagem e Embalagem. Para além dos funcionários ligados diretamente à produção, o setor conta com colaboradores responsáveis por inspeção, transporte e supervisão da área.

A Figura 23 ilustra a disposição das três áreas no setor:

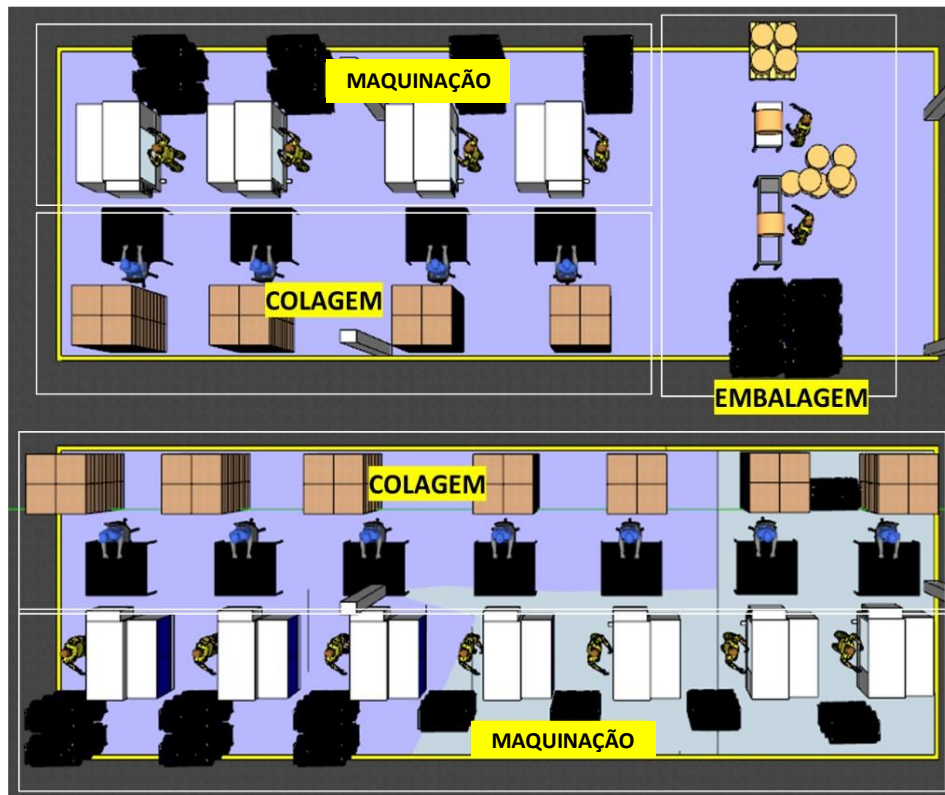


Figura 23: Setor de maquinação: tornos, autocolantes e embalagem.

Como se pode observar, a maquinação é composta de 11 tornos, sendo 4 tornos dupla face e 7 convencionais. Cada funcionário que ocupe um torno possui seu par responsável pela colagem dos aros. O setor de embalagem localiza-se ao lado do setor de maquinação e é composto por um ou dois funcionários não fixos, que se revezam todos os dias. O transporte de aros é realizado por meio de carrinhos de 3 andares com capacidade de 123 aros por carrinho.

O processo de maquinação possui as seguintes atividades: inspecionar aro, maquinar, limpar, inspecionar, medir por amostra e transferir o aro para o operador de colagem. Já na área de colagem, os operadores desenvolvem as atividades de aplicar autocolantes aos aros, proteger cada aro individualmente com filme e colocar no carrinho novamente. A área de embalagem é

responsável pelas atividades de envolver 10 aros em papel cartão flexível, colar etiqueta, usar 6 fitas rígidas para fechar a embalagem e colocar na paleta.

Os turnos possuíam cargas horárias diferentes. O turno A possuía o horário de entrada às 6:30 e horário de saída às 14:50, com 500 minutos disponíveis sem considerar pausas programadas. O turno B entrava às 14:50 e saía 23:02, com 492 minutos disponíveis, já o turno C, possuía horário de entrada às 23:02 e horário de saída às 6:30 com 448 minutos disponíveis por dia. Dentre as paragens programadas pode-se considerar tempo de refeição principal, pausa para café e ginástica laboral. A fim de calcular o tempo programado para produção, o tempo de paragens programadas são desconsideradas, ou seja, o tempo programado para produzir no turno A seria 399 minutos, 391 minutos para o turno B e 347 minutos para o turno C.

Devido aos estudos realizados tem-se que o tempo de ciclo da máquina convencional é 0,7 min, ou seja, 42 segundos e o tempo de ciclo da máquina dupla face é 0,4 minutos, ou seja, 24 segundos. Ao levar em consideração o fator de tolerância de 15%, a capacidade de fabricação mensal do turno A era de 133 238 aros, do turno B 154 305 aros e do turno C 94 805 aros.

As Figuras 24 e 25 ilustram o volume e a média de produção por turno no início do estudo. Com relação ao processo de maquinação, é fundamental destacar que o turno A possuía 8 colaboradores e obtinha uma produção média mensal de 51 610 aros com produtividade de 6 451 aros por funcionário por mês, o turno B com 10 operadores obtinha uma produção média mensal de 87 000 e, portanto, produtividade de 8 700 aros/colaborador/mês e o turno C com 6 colaboradores possuía produção média mensal de 24 595 aros e produtividade de 4 099 aros/colaborador por mês.

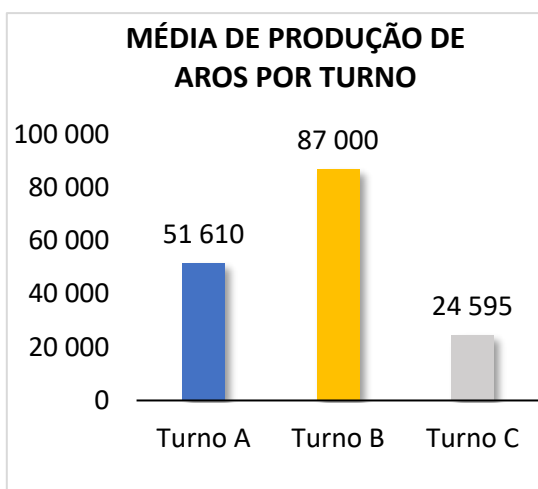


Figura 24: Média de produção de aros por turno.

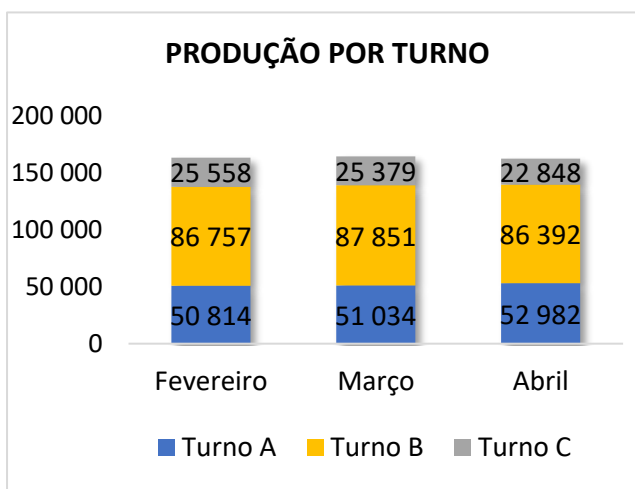


Figura 25: Produção por turno.

A Figura 26 demonstra que a área de maquinação como um todo utilizava somente 42% de sua capacidade produtiva a considerar os três turnos. Dessa forma, é possível concluir que a empresa está com excesso de capacidade, não sendo necessário manter três turnos a funcionar como já havia previsto a alta direção. As razões dessa imensa ineficiência são os inúmeros desperdícios encontrados no processo, que serão discutidos nos próximos subcapítulos.

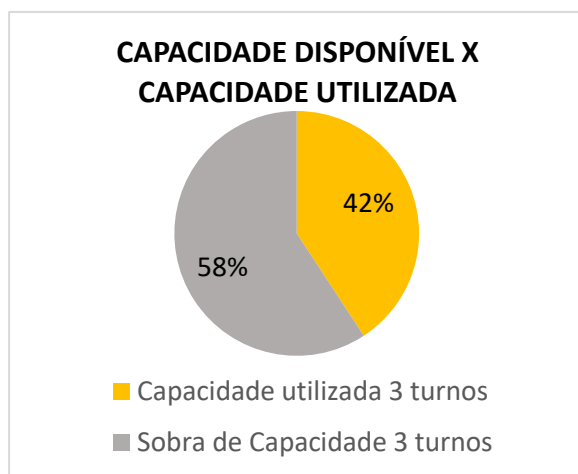


Figura 26: Capacidade disponível x capacidade utilizada.

Já na Figura 27 é apresentada a capacidade utilizada por turno, sendo que no início do estudo o turno A utilizava somente 39% de sua capacidade, o turno B, 56% e o turno C, 26%. O rendimento do turno B é 43% maior que do turno A e 115% maior que o turno C.

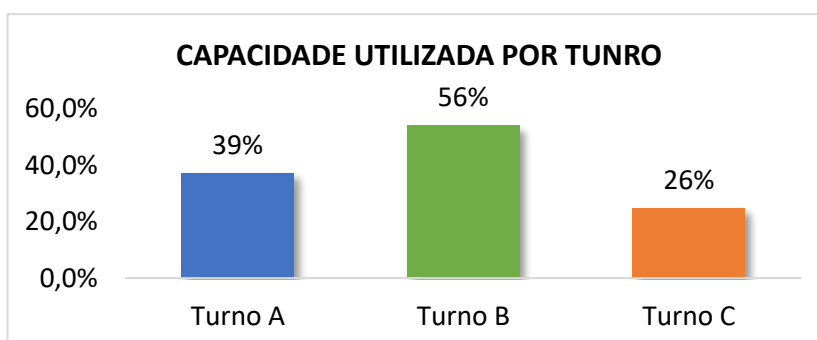


Figura 27: Capacidade utilizada por turno.

A partir dos dados expostos tentar-se-á demonstrar, por meio da aplicação do modelo proposto, a relação entre a implementação do *Lean Manufacturing* e a redução da ineficiência das máquinas causadas principalmente pelas paragens de máquinas, além de possibilitar aumento de produção de aros, bem como do aumento da utilização da capacidade fabril e aumento da produtividade.

4.3 Aplicação do modelo proposto

A aplicação do modelo proposto dividiu-se em 4 fases, 9 etapas e 13 passos que serão apresentados de forma prática na Figura 28 a seguir:

FASE	ETAPA	PASSO	FERRAMENTAS ADEQUADAS
Diagnóstico	Estudo	1. Visita ao Chão de Fábrica	Questionário pré diagnóstico
	Coleta de Dados	2. Controlo de Produção	Folha de Controlo de Produção
	Coleta de Dados	3. Cronometrar Atividades	Folha de Crono-análise
	Análise de Dados	4. Priorizar Ineficiências	Diagrama de Pareto
	Análise de Dados	5. Definir os Principais Indicadores	<i>KPIs</i>
Implementação	Planeamento	6. Brainstorming de Soluções	<i>Brainstorming</i>
	Planeamento	7. Criar Planeamento	Relatório A3
	Formação	8. Formar colaboradores	<i>PowerPoint</i>
	Aplicação	9. Aplicar Plano de Ação	5s, GBO, <i>Kanban</i> , Gestão visual, outras ferramentas enxutas
Controlo	Comparação	10. Monitorização de Indicadores	<i>KPIs</i>
Encerramento	Correção	11. Elaborar Lições Aprendidas	Documento Lições Aprendidas
	Tornar Padrão	12. Padronizar Processos	Instrução de Trabalho
	Melhoria Contínua	13. Procura pela Perfeição	<i>PDCA, Kaizen</i>

Figura 28: Etapas, fases e passos da implementação do modelo proposto.

4.3.1 Passo 1: Visita ao chão de fábrica. Fase diagnóstico, etapa Estudo.

Conforme descrito na metodologia de aplicação, o primeiro passo para a implementação do *Lean Manufacturing* dentro de qualquer organização deve ser o estudo da área. É fundamental que o pesquisador ou agente de mudança esteja bem inteirado sobre quais são os principais problemas que o setor analisado enfrenta, quais são os maiores desperdícios e como ocorre o fluxo das atividades.

É imprescindível começar o estudo pelo *gemba* para analisar as movimentações dos operadores, as paragens de máquinas e as suas principais razões, verificar se dentro do setor há muito transporte e quais as rotas que o transporte normalmente segue, se há peças produzidas com defeito, se há *stock* no processo e se há funcionários ociosos. É importante anotar todas essas informações pois serão relevantes na fase de criação de *kaizen*.

Tendo isso em conta e com a finalidade de melhor compreender a situação atual, sem interferências externas, observou-se por cerca de uma semana o fluxo do processo, assim como os principais desperdícios e a organização do setor, bem como as interações entre os colaboradores integrantes da equipa do setor de maquinação. Ao final da primeira semana

aplicou-se o formulário de pré-diagnóstico, cujo objetivo é apurar todas as informações do estado atual com intuito de descobrir os principais problemas e principais causas. A Figura 29 ilustra de forma resumida como é a estrutura deste formulário.

IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING			
LOGO DA EMPRESA	DATA:	LOCAL:	OBSERVADOR:
Formulário pré Diagnóstico - Visita ao Gemba			
Como está a situação atual? O setor parece organizado e sob controle?			
R:			
Quais são as principais atividades do processo?			
R:			
Possui muitos desperdícios no processo? Quais?			
R:			
O fluxo é nivelado? Todos os operadores produzem igualmente?			
Observa-se operador em espera?			
R:			
O fluxo é contínuo ou há estoques em processo?			
R:			

Figura 29: Formulário pré-diagnóstico.

O formulário completo e preenchido encontra-se no apêndice A, as informações coletadas são de extrema relevância para os próximos passos do projeto. Primeiramente o setor de maquinação apresentou-se muito desorganizado, por vezes havia inúmeros carrinhos de aros a aguardar para serem maquinados, em outros momentos faltavam aros para serem maquinados. Havia *stock* de materiais antes da maquinação, entre maquinação e colagem, antes da embalagem e entre um processo e outro da própria embalagem.

A principal razão da ineficiência produtiva e da produção não fluir continuamente eram as constantes paragens das máquinas, ou seja, os momentos em que as máquinas não estavam a produzir devido às paragens ou por falta de programação mesmo que estivessem disponíveis para a produção. Quando questionados, os operadores relataram que os principais motivos de paragens eram: retrabalho, falta de material, *setup*, ajuda na atividade de outros setores e na procura de material. O *setup* só era realizado por alguns colaboradores mais experientes e treinados, ou seja, quando era necessário realizar *setup* em máquinas com funcionário sem formação, os funcionários mais experientes deixavam suas máquinas para realizar o *setup* da máquina de outro operador.

O fluxo de processos não era nivelado, não havia meta de produção, não havia monitorização, nem tão pouco cobrança ou gestão dos números. Não havia trabalho padronizado e, provavelmente, este seria uma das razões da notável diferença de produção de um operador para outro. Ficou também evidente que a diferença de produção entre um operador

e outro também era devido à interferência dos muitos momentos que a máquina se mantinha sem operação. As inúmeras paragens de máquina contribuíam para a espera dos funcionários responsáveis pela colagem.

Outro fator relevante foi a observação e constatação de desequilíbrio no setor de embalagem. O setor não possuía uma equipa fixa e nos momentos de muito acúmulo de material, alguns funcionários deixavam de maquinar para ajudar na embalagem. Os processos principais desta área são embalar com papel cartão flexível, fechar (arquear) com fita plástica rígida e montar a palete. Sempre havia *stock* entre um processo e outro. Muitas vezes os operadores deixavam seus postos para ir buscar material de embalagem ou imprimir etiquetas.

Quanto ao transporte e movimentação de operadores, observaram-se demasiadas deslocações. No início do estudo existia um único funcionário responsável pelo transporte dos carrinhos de aros entre todos os processos de fabricação do aro. Muitas vezes os funcionários da maquinação precisavam de carrinhos novos e o abastecedor estava ocupado com outro setor, sendo assim os operadores da maquinação se movimentavam para ir buscar carrinhos de aros para serem maquinados. Outro movimento constante era com a finalidade de ir buscar material para limpeza, para *setup*, para embalagem, etc.

4.3.2 Passo 2: Aplicação do controlo de produção. Fase diagnóstico, etapa Coleta de Dados.

A folha de produção é uma ferramenta de preenchimento manual que auxilia na procura de informações relevantes para a melhor gestão do processo e criação de projetos de melhoria contínua para melhorias específicas e certeiras. Após a etapa de estudo e observações, torna-se necessário aplicar a folha de produção para coleta de dados mais precisos, bem como a averiguação da realidade e frequência dos problemas que foram anteriormente observados.

Na fase de observação verificou-se a existência de folhas de qualidade nas quais os funcionários estavam a anotar os horários de produção, número de quantidade produzida, total de aros perdidos e retrabalhados. Além dessas informações ainda era necessário fazer a inspeção do lote no início da produção, no meio e no fim e verificar parâmetros de pintura, espessura e acabamento. A partir da folha de controlo de produção foi possível descobrir que parte da ineficiência produtiva era devido as inúmeras paragens de máquinas para constantes retrabalho de aros.

Com a finalidade de coletar os dados da produção e descobrir os principais motivos de paragens de máquina criou-se uma folha de produção, integrada à folha de qualidade, com seguintes dados: Horário de início e fim de produção do carrinho de aros, código do aro, lote do aro, quantidade de produção, quantidade de perda e de retrabalho. Motivo de retrabalho,

tempo de paragem e motivo de paragem. Um exemplo da parte de produção preenchida é demonstrado na Figura 30, já a folha completa é apresentada no apêndice B.

LOGO DA EMPRESA		CONTROLO DE PRODUÇÃO - MAQUINAÇÃO										IDENTIFICAÇÃO DOCUMENTO							
DATA: 13/06/2022				TURNO: A				TORNO: 1											
LEGENDA - MOTIVOS DE PARADA												ITENS DE INSPEÇÃO		MÉTODO		FREQUÊNCIA		CRITÉRIO	
1	MANUTENÇÃO	4	FALTA DE AROS	7	BUSCAR CARRINHO		PINTURA		VISUAL		TODOS OS AROS		FORM-SGQ-01						
2	SETUP	5	RETRABALHO	8	FALTA DE RECURSOS (ADESIVO, ETC)		ESPESURA DO TALÃO APÓS USINADO, MENOR MEDIDA ENCONTRADA		PAQUÍMETRO		3 AROS NO BERÇO (COMEÇO, MEIO E		FORM-ENG-06						
3	AUXILIANDO OUTRO SERVIÇO	6	LIMPEZA	9	OUTROS		ACABAMENTO		VISUAL		TODOS OS AROS		MAQUINAÇÃO: SEM MANCHAS, COM BRILHO E SEM DESPLAQUE						
CONTROLE DE PRODUÇÃO												INSPEÇÃO							
HORÁRIO INÍCIO - FINAL		CÓD. ARO	LOTE	QUANTIDADE		MOTIVO		TEMPO	MOTIVO	OBSERVAÇÃO	PINTURA	ESPESURA DO TALÃO (MM)	ACABAMENTO	OPERADOR					
				PRODUÇÃO	PERDA	RETRAB.	RETRAB.	PARADA	PARADA										
08:00 - 09:05		2658	70681	123	0	5	1	10	5		() OK			() OK					
09:05 - 10:00		2658	70681	123	0	8	1	13	5		() NC			() NC					
10:00 - 11:00		2658	70681	123	0	0	0	10	7										
LEGENDA DE RETRABALHO				INSPEÇÃO DA QUALIDADE															
1	VARIÇÃO DE ESPESURA	4	OUTRO	HORA	MODELO/COR	LOTE	PINTURA	ESPESURA DO TALÃO (MM)	ACABAMENTO	OBSERVAÇÃO	RESPONSÁVEL								
2	EMENDA DESLOCADA						() OK () NC		() OK () NC										
3	ARO EMPENADO						() OK () NC		() OK () NC										

Figura 30: Controlo de produção.

A partir do questionário de pré-diagnóstico foi possível identificar as três causas mais comuns de retrabalho, sendo: variação da espessura, emenda deslocada e aro empenado. Além de oito causas mais comuns de paragens de máquinas: limpeza, manutenção, *setup*, auxiliar outro serviço, falta de aros, retrabalho, buscar carrinho, falta de recursos. O motivo “outros” foi adicionado em ambas classificações para evitar atribuição de motivo equivocado. Ambas legendas foram acrescentadas à folha para correta identificação no momento das paragens.

No momento de estudo observou-se grande desordem dos itens pessoais de cada operador na máquina, as folhas de processo estavam “jogadas” e sujas, muitas vezes ocorreu de funcionários se deslocarem para solicitar novas folhas de produção, pois não as encontravam. Quando havia ventiladores ligados, muitas folhas voavam e acabavam por ficar no chão. Apesar das folhas serem de extrema relevância, os funcionários não lhes atribuíam muita importância.

4.3.3 Passo 3: Cronometrar atividades. Fase diagnóstico, etapa Coleta de dados.

A fim de adequar a capacidade de produção à procura e compreender o tempo padrão de cada operação, foi fundamental realizar a coleta de tempos das atividades de maquinação e embalagem, onde foram observados os maiores desperdícios e ineficiências. O método utilizado para medir o tempo foi a crono-análise.

A crono-análise é definida como um método de mensuração de tempo, tendo por objetivo medir o trabalho por meio de métodos quantitativos e obter de forma exata e segura o tempo necessário para realizar certas tarefas num nível de especificação pré-definida com ritmo normal, sem desgaste físico, de forma a determinar o tempo padrão.

Para contornar a variabilidade de processos entre funcionários e máquinas, a crono-análise foi realizada em diferentes tornos dupla face e convencionais, nos turnos A e B, com diferentes operadores. No setor de embalagem trocou-se de operador várias vezes para verificação do ritmo de trabalho real. Visando encontrar a maneira mais econômica e enxuta de realizar as tarefas, o método da crono-análise ao mesmo tempo que requer a obtenção do tempo padrão, analisa as técnicas, materiais, ferramentas e instalações utilizadas para a realização das atividades.

Essa atividade foi realizada em duas fases: a primeira com observação e cronômetro e a segunda com filmagem. Ambas as maneiras resultaram no mesmo valor. Os colaboradores foram informados previamente sobre o estudo e sobre o objetivo de melhorar as atividades bem como reduzir os acúmulos de atividades e reduzir paragens de máquina, foi solicitado que agissem normalmente. Uma técnica utilizada foi de filmar duas pessoas, uma mais perto e outra mais longe e captar a velocidade do operador mais afastado, pois este poderia estar a sofrer menor interferência emocional por estar sendo avaliado.

O tempo padrão é a quantidade de tempo necessário para desenvolver uma unidade de trabalho, não contém tolerância, nem abrange possíveis interrupções de produção, ou seja, é o tempo definido para produzir uma unidade utilizando equipamentos e ferramentas adequados, tendo certa experiência na atividade e esforço físico natural, sem efeitos prejudiciais.

Para obter um melhor resultado da análise dos tempos, esta atividade foi dividida nos seguintes passos:

1. Definir o processo e dividir a operação em elementos de tarefas menores;
2. Cronometrar a tarefa pelo menos 10 vezes;
3. Eliminar tarefas que não são do padrão do processo;
4. Somente considerar tempos cronometrados que não tiveram interferência de fatores externos;
5. Definir o tempo padrão e o tempo de ciclo a partir da média dos dez tempos.

Durante a quarta semana de diagnóstico foi realizada a cronometragem, bem como a estruturação para a análise de dados. Todas as folhas de produção foram recolhidas e criou-se uma planilha em *MicrosoftExcel*[®] com todos os dados para melhor avaliar as informações recolhidas. A seguir serão apresentadas as três cronometragens: maquinação torno dupla face, maquinação torno convencional e embalagem, ilustradas nas Figuras 31, 32 e 33 respectivamente:

LOGO DA EMPRESA												ESTUDO DE TEMPOS - CRONO-ANÁLISE											
SETOR: MAQUINAÇÃO																							
PRODUTO/PROCESSO: USINAGEM ARO MTB 26 36F - Máquina Dupla Face																							
PROCESSO / ATIVIDADE	TEMPOS (PREENCHER EM SEGUNDOS)										Tempo Médio												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
Aro entra na máquina	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4											
Usinagem do aro	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12											
Abrir porta e soltar aro	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6											
Pegar aro	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2,1											
Limpar aro	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2,3											
Inspecionar	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2,2											
Colocar na mesa da adesivadora	2	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	1,5											
TOTAL	30	30	31	29	30	29	31	29	32	30	30,1												

Figura 31: Crono-análise torno dupla face.

LOGO DA EMPRESA												ESTUDO DE TEMPOS - CRONO-ANÁLISE											
SETOR: MAQUINAGEM																							
PRODUTO/PROCESSO: MAQUINAGEM ARO MTB 26 36F - máquina convencional																							
PROCESSO / ATIVIDADE	TEMPOS (PREENCHER EM SEGUNDOS)										Tempo Médio												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
Pegar aro, inspecionar e colocar na máquina	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4,6												
Fechar porta e acionar máquina	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3,3												
Esperar máquina usinar	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11												
Abrir porta e virar o aro	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4,6												
Fechar porta e acionar máquina	5	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4,2												
Esperar máquina usinar	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11												
Abrir porta e retirar o aro	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3,4												
Limpar aro	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3,3												
Inspecionar	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3,5												
Colocar na mesa da adesivadora	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2,3												
TOTAL	51	51	51	52	49	53	51	51	51	52	51,2												

Figura 32: Crono-análise torno convencional.

LOGO DA EMPRESA												ESTUDO DE TEMPOS - CRONO-ANÁLISE											
SETOR: MAQUINAÇÃO																							
PRODUTO/PROCESSO: EMBALAGEM ARO MTB 26 36F																							
PROCESSO / ATIVIDADE	TEMPOS (PREENCHER EM SEGUNDOS)										Tempo Médio												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
Pegar 10 aros e colocar sobre cavalete	5	6	5	5	6	5	6	6	7	5	5,6												
Envolver com papelão e passar fita	7	8	7	9	8	8	8	8	7	8	7,8												
Dobrar papelão em volta do aro	9	10	10	9	10	9	10	11	9	10	9,7												
Passar pro próximo posto	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	2,3												
Pegar embalagem e posicionar	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3,3												
Passar 9 tiras de fita	45	46	45	46	45	44	45	46	45	45	45,2												
Colar etiqueta	4	4	5	6	4	5	5	4	5	5	4,7												
Colocar no pallet	7	7	8	7	8	7	8	7	5	5	6,9												
TOTAL	83	86	86	87	87	83	88	88	83	84	85,5												

Figura 33: Crono-análise embalagem.

Após inúmeras análises, foi definido o tempo padrão das atividades de embalagem e o tempo de ciclo dos tornos. O tempo de ciclo da máquina dupla face é 0,4 minutos e da máquina convencional é 0,7. Ou seja, em 1 hora de produção sem interrupções é possível produzir 150 aros no torno dupla face e 85 aros no torno convencional. Já a embalagem possui 85 segundos de tempo padrão, dividida em dois processos principais: embalar e fechar, sendo que o primeiro processo leva 25 segundos e o segundo, 60 segundos.

4.4.4 Passo 4: Priorizar Ineficiências. Fase diagnóstico, etapa Análise de dados.

Após a consolidação de dados a partir das folhas de controlo de processo foi possível observar uma grande parte do tempo em que as máquinas não se encontravam em operação. Na Figura 34 é possível verificar as principais paragens de máquinas em relação ao tempo disponível. Já a Figura 35 demonstra a percentagem que cada paragem ocupa em relação todos os motivos:

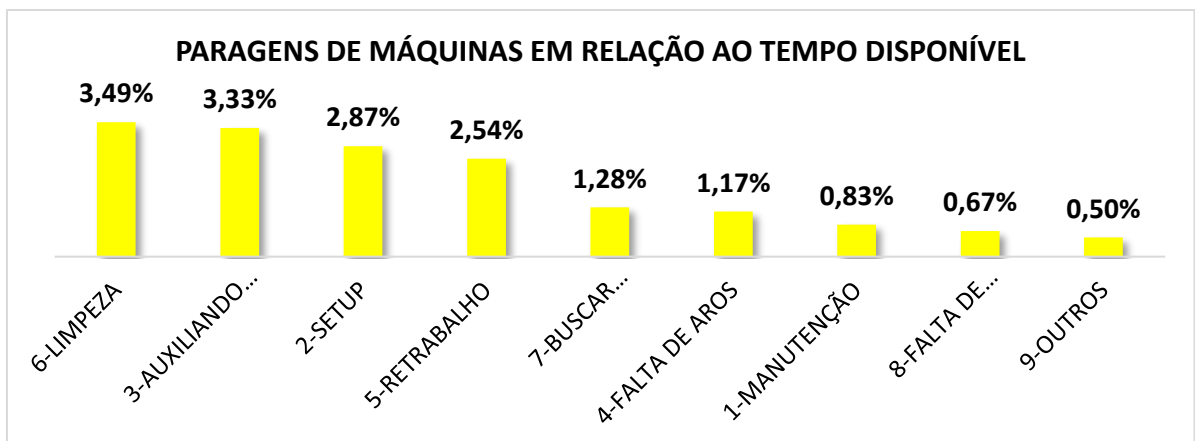


Figura 34: Paragens de máquinas em relação ao tempo disponível.

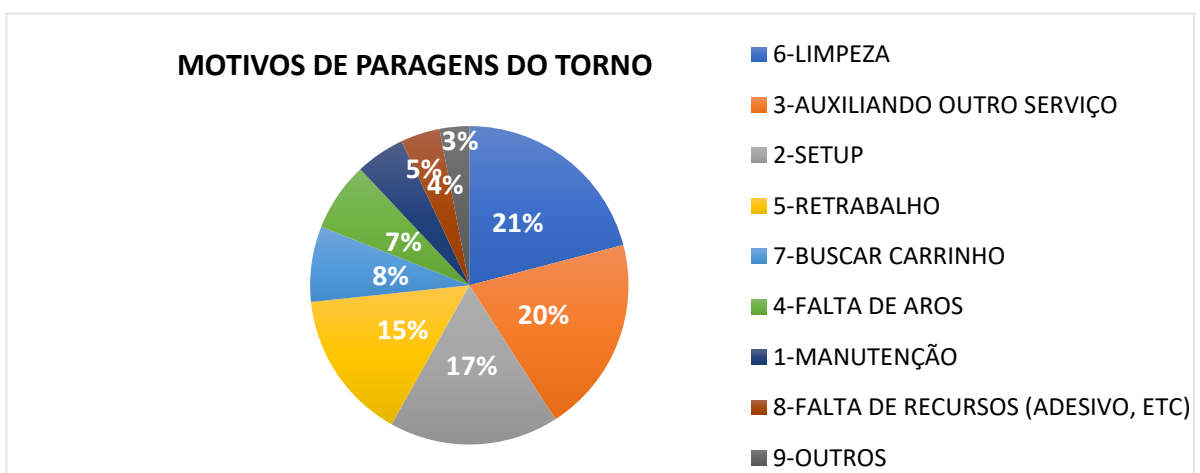


Figura 35: Motivos de paragens do torno.

Foram colocadas em análise as nove paragens principais coletadas no questionário de pré-diagnóstico. De todo o tempo que a máquina permanecia parada, os principais motivos eram: limpeza, auxiliando outro serviço, *setup*, retrabalho, buscar carrinho, falta de aros, manutenção, falta de recursos e “outros”.

No intuito de melhor direcionar as ações *kaizen* criadas a seguir, no passo seis, foi construído um Gráfico de Pareto. Ao analisar os dados, observou-se que os cinco primeiros motivos, sendo limpeza, auxiliando outro serviço, *setup*, retrabalho e buscar carrinho são os responsáveis por 80% das paragens. Sendo assim, este será o ponto de partida para gerar projetos de melhoria contínua. A figura 36, ilustra o Gráfico de Pareto dos principais motivos de paragem:

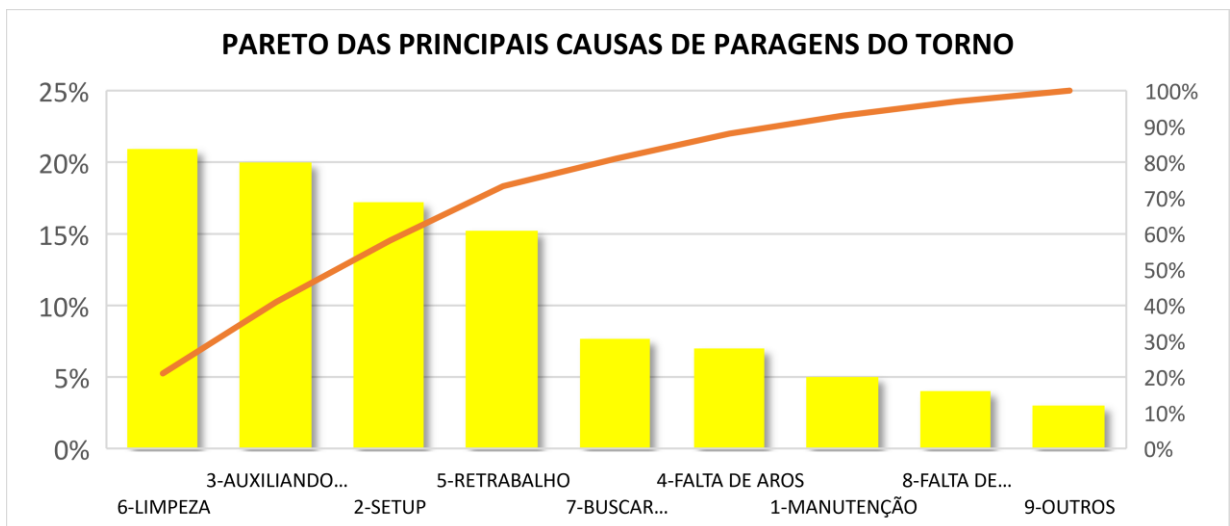


Figura 36: Diagrama de Pareto: paragens do torno.

Outro fator relevante obtido nos controlos de produção foram as percentagens de peças boas *versus* peças retrabalhadas *versus* peças descartadas. Atualmente a empresa conta com produção de 91% de peças boas, ou seja, dentro dos parâmetros de qualidade previamente estabelecidos, 8% são retrabalhadas e 1% são descartadas. Na Figura 37 é possível observar essas percentagens:

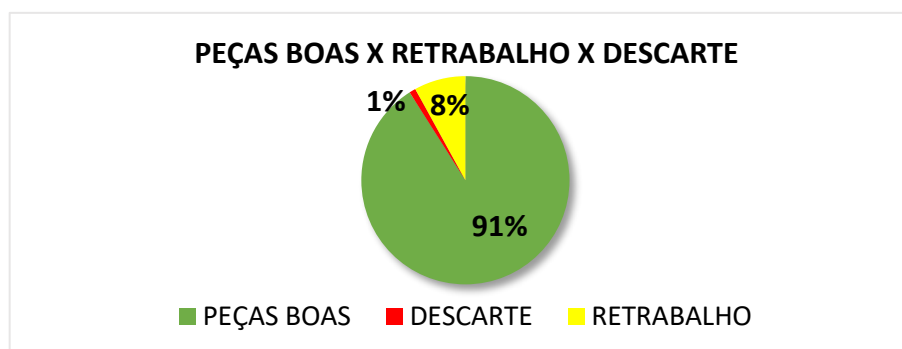


Figura 37: Peças boas x peças retrabalho x peças descarte.

Já dentro do grupo de retrabalho, foi possível a partir do questionário de pré-diagnóstico observar as divisões de motivos por ocorrência de retrabalho, sendo a principal, com 51% variação de espessura, 27% emenda deslocada, 18% aro empenado e 4% motivo “outros”. A Figura 38 ilustra tais ocorrências:

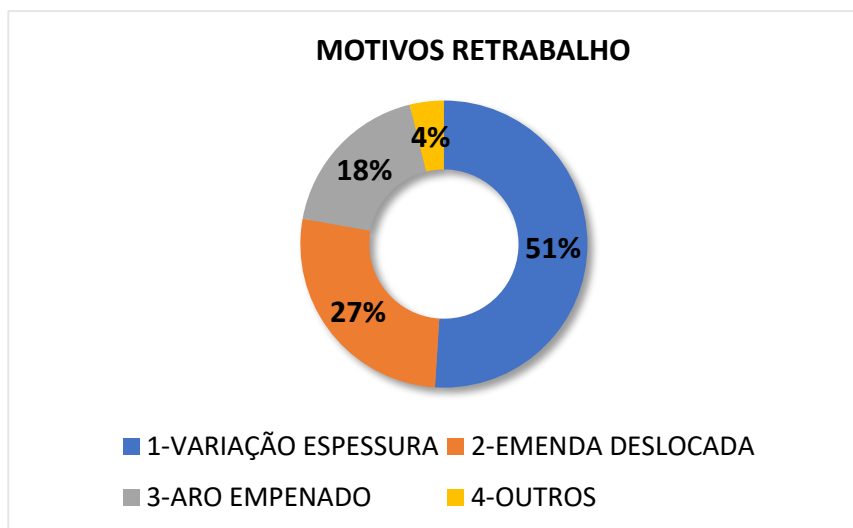


Figura 38: Motivos de retrabalho.

4.4.5 Passo 5: Definir principais indicadores. Fase diagnóstico, etapa Análise de dados.

A finalidade dos indicadores de desempenho é permitir a monitorização do processo, avaliação de resultados e, portanto, facilitar a tomada de decisão. Nesta perspetiva, foram selecionados indicadores de desempenho relevantes ao estudo e adequados para o processo produtivo, a saber:

- indicador de produtividade;
- indicador de produção;
- indicador de paragens de máquina;
- indicador de capacidade utilizada;
- indicador de qualidade dos aros produzidos e;
- indicador de motivos de retrabalho.

Todos os indicadores serão acompanhados durante a fase de monitorização para a avaliação da necessidade de criação de contramedidas, padronização e melhoria contínua.

4.4.6 Passo 6: *Brainstorming* de soluções. Fase Implementação, etapa Planeamento.

Após identificar as principais paragens de produção, foi realizada reunião entre o líder de produção, o responsável pela qualidade, dois dos colaboradores mais experientes e o abastecedor geral a fim de detetar oportunidades de melhorias e medidas para redução das

paragens das máquinas, uma vez que estes estão diretamente ligados à baixa eficiência produtiva e produtividade dos operadores. Os principais temas abordados e suas soluções serão apresentados a seguir:

Folhas de processo: Apesar deste motivo não aparecer como uma das principais paragens de máquinas, muitos operadores estavam descontentes em ter de preencher duas folhas com as mesmas informações. De facto, percebe-se o desperdício de tempo uma vez que a mesma informação deve ser registada em dois documentos diferentes.

A fim de reduzir o tempo no preenchimento das duas folhas de processo, sendo uma de produção e outra de qualidade, decidiu-se criar uma única folha de produção com todos os dados necessários de forma que os operadores não precisassem mais escrever a mesma informação em dois documentos diferentes. Com essa melhoria, certamente alcançaríamos redução de praticamente 50% do tempo despendido para preenchimento de ambas as folhas e 50% na impressão de papel.

Outra melhoria já mencionada no segundo passo foi a inclusão do campo de motivos de retrabalho que até então não era abordado pelo setor de qualidade. Esta falta de atenção e interesse em descobrir as principais causas raiz é de certa forma um desperdício de tempo e desperdício intelectual uma vez que é facto a existência de retrabalho e ao não conhecer os motivos que o gera nada poderá ser feito para eliminá-lo. Por outro lado, conhecendo os principais motivos de retrabalho e estes sendo um dos maiores motivos de paragem de máquina, é possível criar projetos de redução destes defeitos.

Limpeza: Como foi demonstrado anteriormente, a limpeza era o motivo que despendia mais tempo em relação às paragens de máquinas. Foram coletados tempos de limpeza e a média de tempo gasto foi de 15 minutos. Dentro deste tempo foram observadas inúmeras ineficiências e desperdícios de movimentação, transporte e espera. Tendo em vista a necessidade de reduzir este motivo, foi sugerido definir um tempo específico de 7 minutos para sua realização e conclusão, ou seja, conseguiu-se aplicar uma redução de 47% do tempo para limpeza do torno.

A solução que possibilita o alcance da meta foi disponibilizar um par de cada ferramenta para cada torno e padronizar o processo de limpeza de modo a eliminar os movimentos desnecessários e transportes para procurar e ir buscar material de limpeza. Com essa melhoria implementada é certo que haveria redução nesse indicador, bem como aumento de produção e produtividade.

Auxiliando outro serviço: O segundo maior tempo de paragens estava destinado ao motivo de auxiliar outro serviço. Foi observado na etapa de Estudo que por muitas vezes outros

setores estavam com falta de mão de obra e solicitavam que os operadores do setor de maquinação fossem concedidos por algumas horas. Nestes casos eles deixavam seus postos de trabalho para ajudar outro setor. Uma observação bastante recorrente foi de operadores a deixar o torno para auxiliar na embalagem quando o setor estava sobrecarregado.

A fim de adaptar a capacidade produtiva à procura foi acatada a decisão de manter somente um setor de produção em horário normal e alocar funcionários excedentes em outros setores e outras funções. Juntamente com esta melhoria foi proposto melhorar a equipa da embalagem a fim de manter fixos os mesmos operadores. Desta forma será possível eliminar este motivo de paragem, uma vez que os operadores não terão permissão para sair de seus postos de trabalho para auxiliar outro setor e outros setores não precisarão de mais mão de obra.

Setup: Os operadores que realizavam o *setup* sabiam como fazê-lo, porém, não havia padronização do processo, o que levava a uma dificuldade tanto em controlar o tempo necessário para a troca de ferramentas, quanto à determinação de uma meta de tempo máximo de duração. O que se constatava era que alguns colaboradores demoravam mais tempo que outros. Outro problema encontrado era que os operadores mais experientes, já habituados em realizar o *setup* eram constantemente solicitados para realizá-lo em outras máquinas e para isso eles tinham de deixar os seus tornos em espera.

A melhoria sugerida pela equipa foi de criar um trabalho padrão de realização do *setup* e formar todos os operadores nesse novo procedimento. Quando algum operador menos experiente precisasse de ajuda, poderia contar com a colaboração do líder que teria o papel de supervisionar os *setups* até que os operadores se tornem experientes. Com essas ações, não seria mais necessário que um colaborador colocasse o torno em espera para auxiliar no *setup* de uma outra máquina e a padronização de processos facilitaria o controlo do líder em relação aos operadores que demoraram demasiadamente nesta função.

Retrabalho – Foi constatado que todo retrabalho de aros, tal como variação de espessura, emenda deslocada e aro empenado era originado no processo anterior, no setor de calandras. Todos os motivos estavam relacionados com a má qualidade do processo antecedente e, desta forma, não era justo que o processo de maquinação sofresse penalidade de produção por estar a corrigir o defeito gerado pelo setor anterior.

Dessa forma, foi sugerido realizar reunião com os setores de qualidade e o responsável pelo setor de calandra de modo a definir um plano de melhoria na qualidade, no controlo da qualidade e na inspeção dos aros antes de serem enviados ao setor de maquinação. O retrabalho do setor de maquinação deveria ser em relação ao próprio processo de maquinação, nunca de

não conformidade na estrutura do aro, como emendas deslocadas, aro empenado ou espessura. O novo procedimento sugerido foi que a partir da implementação do *kaizen*, todos os aros que fossem identificados com esses problemas deveriam ser separados e reenviados ao setor que originou o defeito.

Buscar carrinho e falta de recurso: Sendo a procura por carrinhos de aros e material ser outro motivo de paragem, foi sugerido criar cargos de auxiliares na produção para abastecimento, movimentação e impressão de etiqueta. O abastecimento poderia ocorrer seguindo a lógica dos cartões *kanban*. Assim, os colaboradores não precisariam sair de seus postos de trabalho para ir buscar autocolantes, carrinhos de aros, etiquetas de código de barra, etc. Outra ação também levantada foi a disponibilização de materiais de uso diário para cada operador, dessa forma todos os operadores teriam posse dos mesmos materiais e ferramentas e seriam responsáveis por mantê-los seguros, organizados e limpos.

Embalagem: O setor de embalagem também despertou interesse no estudo uma vez que se verificou enorme desorganização da área, em primeiro lugar devido à falta de equipa específica, em segundo à existência frequente de excesso de material no setor e por último as constantes misturas de modelos numa mesma embalagem.

O que se percebeu é que quando o setor estava com acúmulo de serviço solicitava ajuda de operadores de outro setor que às vezes não conheciam muito bem o processo. Outra observação é que o processo de fechar as embalagens com a fita de arquear era o gargalo, sempre havia excesso de *stock* intermediário entre o processo de embalar e o processo de fechar.

As soluções propostas foram de estudar o processo para eliminar o gargalo, se necessário alterar o *layout* e determinar uma equipa fixa de operadores, além de criar um procedimento padrão no procedimento de embalagem a fim de o manter mais organizado e fácil de ser gerenciado.

4.4.7 Passo 7: Criar planeamento do projeto. Fase Implementação, etapa Planeamento.

Com o intuito de organizar a implementação dos projetos de forma mais precisa e clara foi criado um relatório A3 para melhor demonstrar o tema abordado e o seu objetivo, bem como a definição do projeto, a situação atual, o plano de ação e os indicadores. Este A3 deveria ser exposto num quadro de gestão a vista para que seja divulgado a toda empresa de modo a facilitar a identificação dos projetos em andamento e os resultados obtidos por parte de qualquer colaborador.

A Figura 39, ilustra o A3 desenvolvido para os projetos de identificação de melhorias a partir da aplicação do Pensamento Lean:

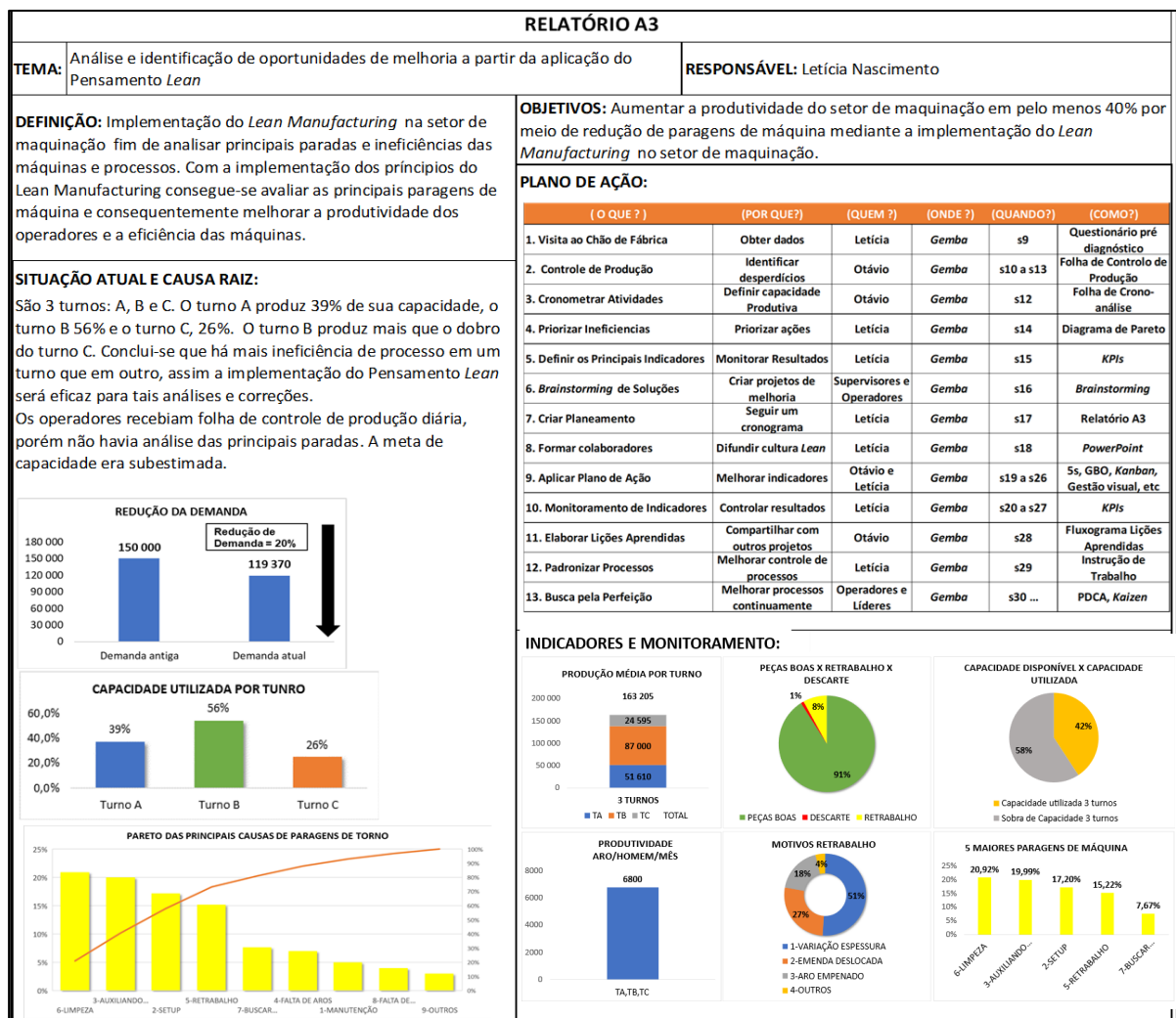


Figura 39: Relatório A3: implementação do Pensamento *Lean*.

4.4.8 Passo 8: Formar colaboradores. Fase Implementação, etapa Formação.

O principal patrimônio das empresas é o capital humano. Num mercado de trabalho cada vez mais competitivo e que requer cada vez mais flexibilidade e agilidade nas respostas é preciso investir no conhecimento e bem-estar dos colaboradores. Tendo isso em conta, a fim de contar com a colaboração dos operados no processo de implementação do Pensamento *Lean* foi desenvolvida uma formação sobre o *Lean manufacturing*, seus princípios e desperdícios.

O cuidado com a divulgação de projetos pode influenciar os operadores e beneficiar a organização em relação ao processo de implementação e alcance dos resultados expectáveis. A formação tem o poder de criar um ambiente estimulante, incentivar o trabalho em equipa e alterar o comportamento dos funcionários. Se os funcionários estão satisfeitos, serão mais produtivos e a empresa tornar-se-á mais competitiva.

A formação teve a duração de duas horas com pausa de 10 minutos para café e contou com todos os colaboradores do setor de maquinação: além dos líderes, estavam presentes os

operadores da área de tornos mecânicos, colagem e embalagem. A fim de tornar a formação mais dinâmica e interessante, o formato desenvolvido foi focado numa parte teórica, com os principais conceitos, e numa parte prática com muitas referências do dia a dia de trabalho para promover a interação dos expectadores.

Todos ficaram muito satisfeitos com a formação, durante a sessão muitos fizeram perguntas, outros deram exemplos de quais seriam os desperdícios no seu posto de trabalho. Após a formação o sentimento era de comprometimento para a mudança, uns disponibilizaram-se a ajudar e outros solicitaram mais conteúdos sobre o tema para continuar a aprender.

Essa ação foi de extrema relevância para garantir a boa implementação dos projetos. Uma vez que os funcionários entendem a filosofia e são informados previamente sobre as mudanças, suas razões e benefícios, a maioria passa a sentir parte da equipa da melhoria, e por sua vez responsáveis pelos resultados. Muitos se sentiram entusiasmados com as expectativas de melhorias apresentadas e empolgados e dispostos em contribuir não só nas propostas de melhorias, como na colaboração da implementação.

4.4.9 Passo 9: Aplicar plano de ação. Fase Implementação, etapa Aplicação.

Folhas de processo: Como já referido no passo seis, a solução para reduzir informações ambíguas em ambas as folhas de Processo, tanto na de qualidade como na de produção, foi de unir as informações numa única folha de produção. Dessa forma, os operadores não precisam escrever os mesmos dados duas vezes e não é mais necessária a impressão de duas folhas diferentes.

As folhas de processo passam a ser preenchidas diariamente e destinadas a cada máquina individualmente, ou seja, o torno 1 possui a folha de produção própria em que contém toda a informação relevante do dia específico. A pensar na aplicação da gestão visual foi fixado em cada máquina um acrílico onde foram disponibilizadas as folhas de produção. Dessa forma, o espaço mantém-se organizado, as folhas não ficam sujas e o operador não perde tempo à procura de documentos ou a solicitar folhas novas.

Limpeza: A maquinação dos aros é um processo que gera muitas aparas durante o ciclo da máquina, principalmente quando as máquinas não possuem proteção adequada. Devido a constante sujidade por limalha na área dos tornos, todos os dias os operadores são responsáveis por limparem o torno e seu posto de trabalho antes de terminarem o expediente.

Foi realizada crono-análise desta tarefa e foi coletado uma média de tempo de 15 minutos para a realização da limpeza. É importante esclarecer que neste tempo não só foram

contabilizados o tempo específico designado à limpeza, mas também contém o movimento desnecessário, transporte, espera, além do bate-papo entre funcionários.

Com o objetivo de promover um local de trabalho mais organizado e reduzir o tempo de paragem de torno para limpeza foi estabelecido a aplicação da ferramenta 5S. Primeiramente, para realizar o senso de separação, foi necessário segregar todo o material disponível. No primeiro momento foram encontradas vassouras e pás quebradas que imediatamente foram descartadas.

No segundo momento, no senso de organização, foi disponibilizado um par de vassoura e pá para cada operador e ambos foram afixados em cada torno com respetivas etiquetas, a demonstrar a qual torno os materiais pertenciam. Sendo assim, cada ferramenta teve seu lugar definido e são fáceis de serem localizadas, a eliminar desta forma a movimentação de operadores para procurar vassouras e pás e também o empréstimo da ferramenta de outro colaborador.

A Figura 40, demonstra a disposição das ferramentas no torno 8.



Figura 40: Kit material de limpeza.

Na aplicação do terceiro senso de limpeza, foi realizada a limpeza adequada e cronometrou-se 7 minutos necessários para que tudo estivesse limpo e organizado. Este tempo tornou-se padrão e foi inserido um alarme de 7 minutos prévios ao fim do expediente de modo a sugerir que a limpeza começasse, ficou estabelecida a proibição de encerrar o expediente antes do alarme tocar.

No quarto senso de padronização foi definido com todos os operadores o novo tempo disponível para limpeza, o processo padronizado foi estabelecido com a regra que enquanto os operadores da maquinação estivessem a limpar os tornos com jato de ar da própria máquina os

operadores responsáveis pelos autocolantes limpariam as limalhas do chão e no final os operadores da maquinação os auxiliavam a recolher as aparas com a pá. Por fim, o último momento, e último senso de sustentação foi aplicado a partir da responsabilidade e colaboração do supervisor da área a não permitir que nenhum funcionário iniciasse a limpeza antes do alarme.

Auxiliando outro serviço: é importante dizer que sempre que possível, numa análise de encerramento de processo, atividade ou tarefas, quando a decisão não atrapalhar a sobrevivência da empresa, deve-se manter os trabalhadores cujos processos vão ser encerrados, ou cujo turno vai passar a não mais existir. Dito isso foi essa estratégia que a Cyclecia decidiu usar: apesar da redução de dois turnos, uma vez que outros setores estavam sempre a precisar de colaboradores do setor de maquinação, a maioria dos operadores foi redistribuído em outras áreas, três deles formaram a nova equipa fixa de embalagem e quatro receberam a nova função de organizadores do setor.

Com essa estratégia implementada não é mais necessário, nem permitido que os operadores do setor de maquinação saiam dos seus postos de trabalho para auxiliar outro setor, pois se todos os setores estão preenchidos com o número de funcionários necessários, não há motivos que justifiquem a paragem de máquina para esse fim.

Setup: Como uma das principais paragens de máquina é devido ao *setup* das máquinas e a saber que poucos funcionários são aptos para sua realização, foi efetuado o estudo do *setup* do aro MTB 26 36 e foi definido o tempo necessário de 30 minutos para a sua conclusão. Em seguida foi criada a padronização do processo e realizada formação com todos os funcionários do setor de maquinação. No momento da implementação, todos os funcionários conseguiram realizar o *setup* dentro do tempo definido e cada colaborador passou a realizar os *setups* na sua própria máquina, de modo a afetar o indicador de um único turno.

Retrabalho: Com relação à redução do motivo retrabalho, foi realizada reunião com o setor de qualidade e ficou estabelecido que deveriam criar projetos de melhoria contínua no processo de calandras para melhorar a qualidade dos aros entregues ao setor de maquinação, principalmente em relação à espessura, emenda e aro empenado. A inspeção completa dos aros deverá ser realizada ainda no setor de calandras. No setor de maquinação a inspeção realizada será de espessura, realizada por um operador logístico específico, antes dos aros passarem para o processo de maquinação.

Além disso, foi criada uma norma para todos os colaboradores, que se refere ao uso de códigos pessoais a fim de identificar a procedência quando houver uma falha ou um retrabalho.

Ou seja, a maquinação recebe os aros com códigos dos operadores da atividade anterior desenvolvida no setor de calandra, quando há problemas de qualidade referente a emenda deslocada, aro empenado ou espessura torna-se mais fácil chegar ao operador e averiguar o motivo de tal defeito. O mesmo sistema funciona para os operadores de maquinação em caso de riscos ou aros com qualidade abaixo do esperado.

Buscar carrinhos e materiais: Com o intuito de eliminar a quinta maior paragem de máquina, foram criadas quatro funções de organizadores para auxiliar o setor de maquinação, também conhecidos como *Mizusumashi*. Os motivos de falta de recursos estava relacionado com falta de etiquetas de código de barras, autocolantes, caixas de papel cartão, papel cartão cortado, palete, fita de arquear e outros materiais utilizados no dia a dia. Sendo assim, os novos operadores logísticos têm a função de disponibilizar os materiais sempre que necessário a todos os envolvidos no processo.

O primeiro organizador ficou responsável por dar suporte à área de embalagem, essa função é ser responsável pelos seguintes procedimentos:

- 1 – Verificar na programação quais aros estão programados para serem produzidos e então imprimir as etiquetas de código de barras de acordo com modelo e quantidade a ser embalado;
- 2 – Imprimir etiquetas dos operadores de embalagem e distribuir;
- 3 – Disponibilizar nos carrinhos de aros já com autocolantes a quantidade exata de etiquetas necessárias para embalar;
- 4 – Assim que um carrinho estivesse completo na área de colagem, o organizador deve encaminhá-lo até a fila de embalagem, sempre a aproximar os modelos iguais a fim de facilitar a embalagem e evitar erros;
- 5 – Quando o carrinho da embalagem estivesse vazio, o organizador um deve transportá-lo até a área de autocolantes e se todos os operadores já estiverem com carrinho em andamento, transportá-los até os carrinhos das linhas de calandra;
- 6 – Sempre que necessário repor filme transparente e papel cartão na área de embalagem.

O segundo organizador é responsável por todas as paletes do setor e deve realizar as seguintes atividades:

- 1 – Passar filme transparente nas paletes finalizados, imprimir e colar ordem de produção e transportar a paleta até a área de expedição;
- 2 – Assim que deixar a paleta na área de expedição, ir buscar outra paleta vazia e reabastecer o setor;
- 3 – Organizar as paletes por tamanho;

4 - Sempre que houver mudança de modelo embalado, é responsabilidade deste operador movimentar as paletes no setor. A paleta do modelo atual deve ser deixada ao lado da máquina de arquear e os modelos que foram interrompidos devem ser deslocados para retornarem ao processo quando voltarem a ser embalados.

O organizador três é responsável por abastecer os tornos com os carrinhos de aros. Suas responsabilidades são:

1 – Ir buscar carrinhos na pintura e levar até os tornos de acordo com os modelos a serem maquinados. Cada torno deverá conter no máximo três carrinhos, um em processo e dois a aguardar. O abastecimento funcionará como um *kanban*, o operador logístico só poderá trazer os carrinhos quando o espaço estiver vazio. O *kanban* aqui é um espaço de dois carrinhos, ou seja, 246 aros, o que leva aproximadamente 2 horas de produção, sempre que o espaço fica vazio, é sinal de que o operador está no terceiro carrinho e é o alerta para ir buscar mais dois carrinhos;

2 – Sempre que houver carrinhos vazios estes devem ser transportados ao setor de pintura;

3 – Realizar inspeção prévia dos aros com o gabarito para medir espessura, dessa forma aros com espessura fora do padrão de qualidade devem ser retirados do carrinho antes mesmo de serem maquinados;

4 – Imprimir e colar etiquetas de código de barras individual nos aros.

Por fim, o último operador é responsável por dar suporte à área de colagem. Suas atribuições são:

1 – Separar e colocar autocolantes nas mesas dos operadores de acordo com o modelo maquinado;

2 – Imprimir etiqueta coletiva para caixas e etiqueta de código de operadores desta área;

3 – Quando o modelo do aro for embalado com caixas, devem abrir as caixas, marcar o modelo e especificações e colar etiqueta coletiva;

4 – Colocar caixas na paleta.

Outra ação implementada com o fim de eliminar as saídas das máquinas para ir buscar materiais por falta de recursos que deveriam estar disponíveis para os operadores foi a disponibilização para todo os operadores de uma maleta individual de ferramentas com todos os materiais necessários para o dia a dia de trabalho.

Com as caixas de ferramentas individuais e com as novas funções de *misuzumashi* do setor, os operadores não precisam e nem tão pouco é permitido, deixar o posto de trabalho para ir buscar material. Toda vez que o operador precisar de alguma ferramenta que estiver em falta,

perdida ou gasta devido ao uso, deverá solicitar ao supervisor que se encarregará de ir buscar e fornecer o material.

A Figura 41, ilustra a caixa de ferramentas com todos os materiais utilizados no dia a dia de trabalho.



Figura 41: Caixa de ferramentas individuais.

Embalagem: Segundo Lima e Loss (2017), um *layout* mal-organizado tem a capacidade de transformar um ambiente de manufatura num ambiente pouco produtivo. Tendo esta afirmação como verdadeira e após a verificação do processo de embalagem, desenvolveu-se um estudo para melhorar o *layout* desta área, e o melhor balanceamento da operação.

Num primeiro momento foi realizada a crono-análise, como demonstrado no passo 3. Os elementos de trabalho foram divididos e chegou-se à conclusão de que os maiores problemas da área eram a falta de equipa própria e especializada e o gargalo que seria o processo de arquear a embalagem que demorava demasiadamente, ultrapassava o *takt time* e com isso gerava enorme *stock* entre a tarefa de embalar e arquear.

Em vista disso, o trabalho teve como objetivo propor o balanceamento na área de embalagem a fim de adequar a capacidade de produção com a procura e nivelar os tempos das atividades para eliminar os stocks existentes. A partir do GBO chegou-se a conclusão de que o ideal seria ter uma equipa de três operadores, sendo um responsável por embalar os aros e os outros dois responsáveis por fechar as embalagens. Abaixo as Figuras 42 e 43 representam respetivamente os GBOs atual e proposto, a linha *takt* como mencionada anteriormente foi definida pela relação entre a procura prevista e o tempo disponível:

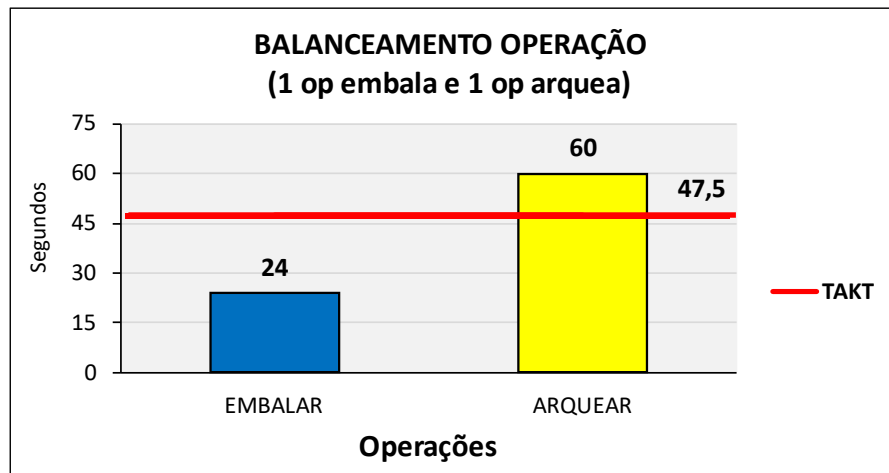


Figura 42: GBO antes da implementação Lean.

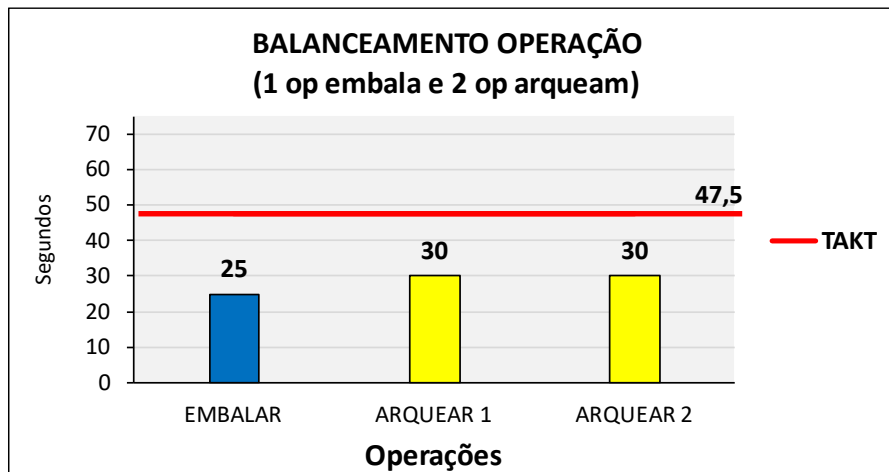


Figura 43: GBO atual.

4.4.10 Passo 10: Monitorização dos Indicadores. Fase Controlo, etapa Comparação.

Uma das ações chaves para a aplicação eficaz dos projetos foi a implementação da reunião semanal de 10 minutos entre líder e equipa do setor, ocorria todas às sextas-feiras no começo do expediente em frente ao quadro de gestão à vista. Nessa reunião o líder apresenta a *performance* operacional e os *KPIs* a demonstrar os projetos e seus resultados, além de fazer um balanço da semana e abrir espaço para quem quisesse fazer algum comentário.

Os indicadores monitorados estão presentes na fase monitorização do Relatório A3 e serão apresentados na Figura 44, a seguir:

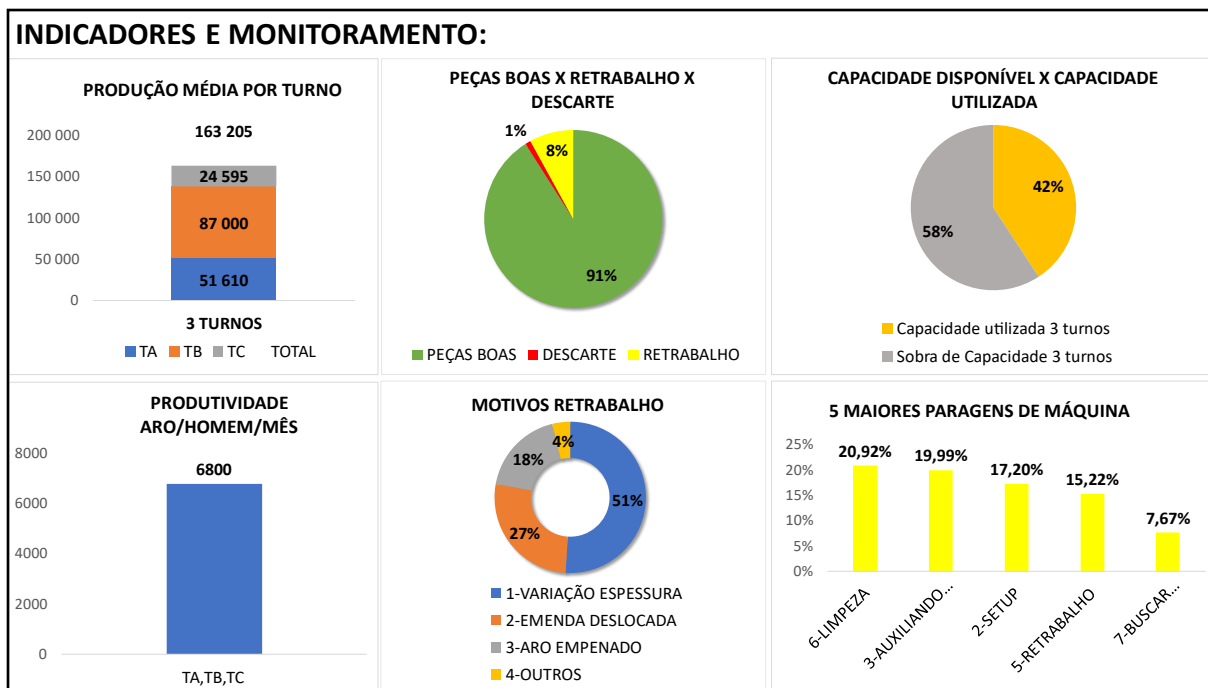


Figura 44: Indicadores de monitorização.

Uma das perguntas mais importantes dessa dissertação é: Como é possível aumentar a produtividade e a eficiência real do setor de maquinação? Normalmente a resposta seria aumentar o número de funcionários ou máquinas, aumentar os turnos ou intensificar a pressão laboral sobre os funcionários. Fica claro que ao utilizar essa estratégia, teríamos mais produção, mas talvez não mais produtividade, os custos poderiam aumentar uma vez que existiria mais funcionários, máquinas e uso de energia.

A partir da implementação do plano de ação, foi realizada a comparação dos valores conquistados com relação aos indicadores pré-definidos no A3. Os gráficos de paragens de máquinas demonstram significativa redução dos índices de todos os motivos de paragens de turno, menos o motivo “outros” que cresceu 1 minuto na ocorrência diária.

Após a implementação, o principal motivo das máquinas sem operação é o *setup*, mesmo com a redução de 25% do seu tempo de execução, sendo antes uma média de 40 minutos por *setup* e agora tem a meta definida para 30 minutos. O segundo motivo é o retrabalho seguido pelo motivo falta de aros, manutenção e motivo “outros”. O motivo falta de aros se destaca uma vez que a capacidade produtiva do turno normal ainda é maior do que a procura prevista.

A seguir serão apresentadas as Figuras 45, 46, 47, 48 e 49, a ilustrar os indicadores após a implementação do Pensamento *Lean*:

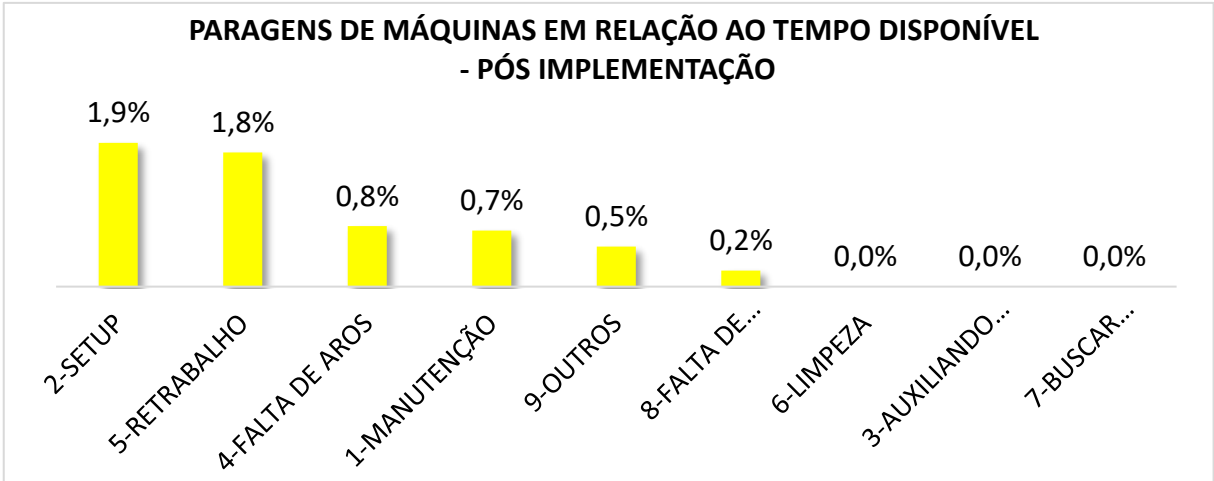


Figura 45: Paragens de máquinas em relação ao tempo disponível – pós implementação

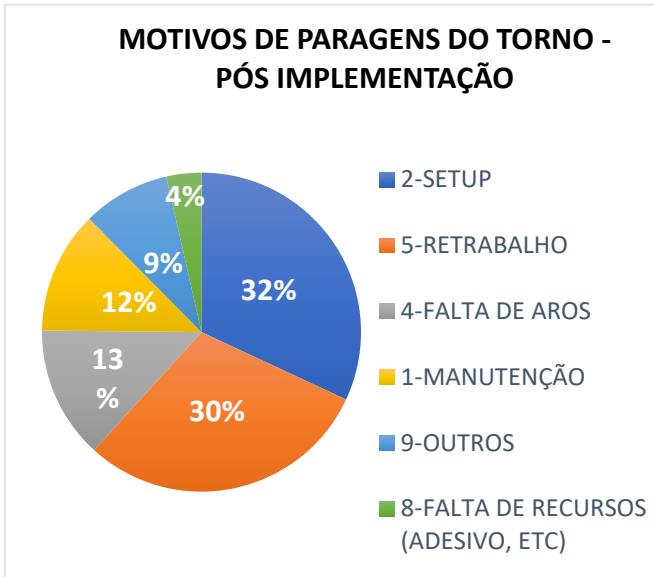


Figura 46: Motivos de paragens do torno – pós implementação

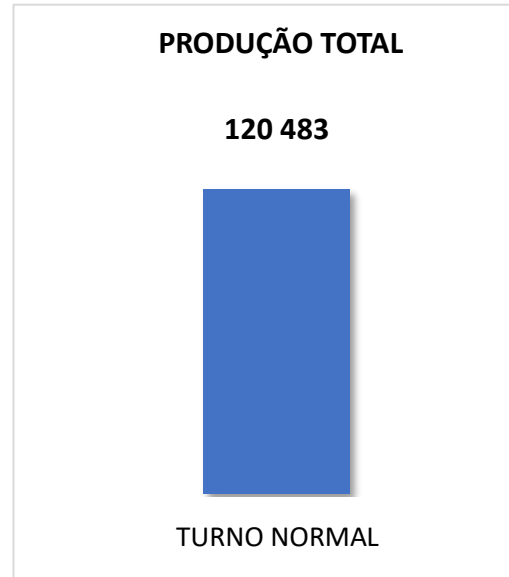


Figura 47: Produção total – pós implementação

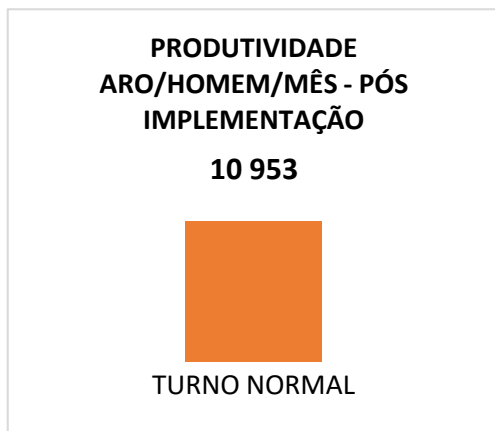


Figura 48: Produtividade – pós implementação

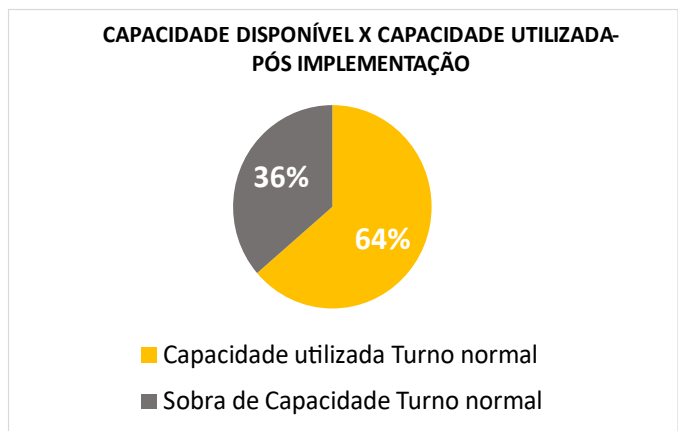


Figura 49: Capacidade disponível x capacidade utilizada – pós implementação

Ao realizar a monitorização dos indicadores, foi possível observar resultados positivos em todas as vertentes estudadas. A Figura 50 demonstra os resultados após implementação do *kaizen* com relação ao índice de produtividade e utilização da capacidade produtiva, as cinco principais paragens de máquina, e os principais motivos de retrabalho.

	RESULTADOS		
	ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO	APÓS IMPLEMENTAÇÃO	MELHORIA
	RESULTADO À PARTIR DAS DECISÕES DA ORGANIZAÇÃO		
COLABORADORES	24 operadores na maquinação	11 operadores na maquinação	35 100,00 UM/mês
PRODUTIVIDADE	6 800 aros/homem/mês	10 953 aros/homem/mês	61%
PRODUÇÃO	163 205 aros 3 turnos	120 483 aros 1 turno	120%
UTILIZAÇÃO CAPACIDADE PRODUTIVA	41%	64%	56%
RESULTADO À PARTIR DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO			
LIMPEZA	165 min/dia	88 min/dia	47%
AUXILIANDO OUTRO SERVIÇO	158 min/dia	0 min/dia	100%
SETUP	136 min/dia	90 min/dia	34%
RETRABALHO	120 min/dia	84 min/dia	30%
BUSCAR CARRINHO	60 min/dia	0 min/dia	100%
FALTA DE AROS	55 min/dia	38 min/dia	31%
MANUTENÇÃO	39 min/dia	35 min/dia	10%
FALTA DE RECURSOS	32 min/dia	10 min/dia	69%
OUTROS	24 min/dia	25 min/dia	-4%
EMBALAGEM	4300 aros/dia	8600 aros/dia	100%
STOCK EM PROCESSO DE EMBALAGEM	7 embalagens a cada 5 minutos	2 embalagens a cada 2 minutos	29%
PEÇAS BOAS	91%	96%	5%
PEÇAS RETRABALHO	8%	3%	63,0%
PEÇAS DESCARTADAS	1%	1%	0%

Figura 50: Resultados pós implementação.

Folhas de processo: Unificação de dois controlos em apenas um: qualidade e maquinação, 50% de redução do tempo despendido para preenchimento de ambas as folhas e consequente otimização do uso do papel: 50% de redução no uso do papel. O tempo de preenchimento de folhas de processo não foi cronometrado, porém estima-se em média 5

minutos por folha. Uma vez reduzida em 50% as folhas de processo, o ganho por operador é de 5 minutos por dia. O que poderá gerar um potencial produtivo de 2 134 aros a mais por mês.

Limpeza: Como resultado desta melhora, foi observado que após a definição de padrão de limpeza e o tempo limite, os operadores não ficam à espera, nem saem mais dos seus tornos para ir buscar material de limpeza em outro setor. O ambiente fica limpo e organizado em menos tempo. Os funcionários se sentem privilegiados de possuírem seu próprio equipamento de limpeza, com a etiqueta do seu respetivo torno, o sentimento compartilhado é de sensação de pertencimento e responsabilidade.

A redução é de 47% do tempo para limpeza do torno, de 15 minutos para 7 minutos: ganho de 10 aros nos tornos convencionais e 17 aros nos tornos dupla face. Aumento de capacidade de 138 aros a mais por dia e 3036 aros por mês em turno normal, com potencial de um resultado ainda maior se voltar a aumentar os turnos futuramente.

Auxiliando outro serviço: Essa mudança normalmente malvista entre os colaboradores torna-se menos negativa quando estes receberem novas atribuições ao invés de serem demitidos. Dessa forma os funcionários percebem que a empresa zela pelos seus empregos e valorizam seus esforços. Sempre que houver espaço e oportunidade é muito favorável para a empresa promover um funcionário exemplar na redução de funcionários de algum setor. Assim, a redução de mão de obra passa a ser vista de forma positiva. Este motivo antes da implementação representava em média 158 minutos por dia, após o *kaizen*, este motivo passa a não mais existir. Pode-se dizer que o ganho potencial produtivo pode chegar em 4 928 aros por mês se alocados em tornos convencionais e 8 624 por mês se alocados em tornos dupla face.

Setup: *Setups* e ajustes de máquinas são quase impossíveis de serem eliminados por sua totalidade, a única forma de não haver *setup* é se a máquina só produzir um tipo de produto e este pode ser um inconveniente para a empresa que investe altos recursos numa máquina pouco flexível. Sendo assim, quando as empresas compram um equipamento, esperam que este seja adaptável a ponto de ser capaz de produzir mais de um tipo de produto e utilizá-lo o máximo que puderem.

A melhoria em relação ao *setup* foi a redução de tempo médio de 40 minutos para 30 minutos e a padronização do processo. Neste momento, todos os operadores têm a meta de realizar o *setup* no novo tempo definido como padrão. Com o *setup* padronizado, torna-se mais fácil e viável a formação de novos colaboradores, é possível ter maior controlo sobre o tempo de paragem, os operadores não saem dos seus postos de trabalho para auxiliar outro colega e o líder não deixa suas atividades de gestão para realizar *setup*.

A redução de 40 minutos para 30 minutos, ou seja, 25% do tempo para o *setup* de aros MTB 26 36 gera um ganho diário de 14 aros por torno convencional e 25 aros por torno dupla face, sendo o ganho de 198 aros/dia equivalente a 4 356 aros/mês. O potencial é ainda maior se houver mais de um *setup* por torno por dia.

Retrabalho: com o *kaizen* criado no setor de qualidade para reduzir os retrabalhos dos aros e com a ação de pré inspeção da parede do aro realizada pelo organizador três gerou a redução do indicador de retrabalho de 2,54% de máquina sem operação para 1,8% do tempo disponível. A Figura 51 demonstra a quantidade de peças produzidas dentro da conformidade, bem como as retrabalhadas e descartadas, já a Figura 52 demonstra que após a implementação o maior motivo de retrabalho é emenda deslocada e esta melhoria cabe ao setor de calandras.

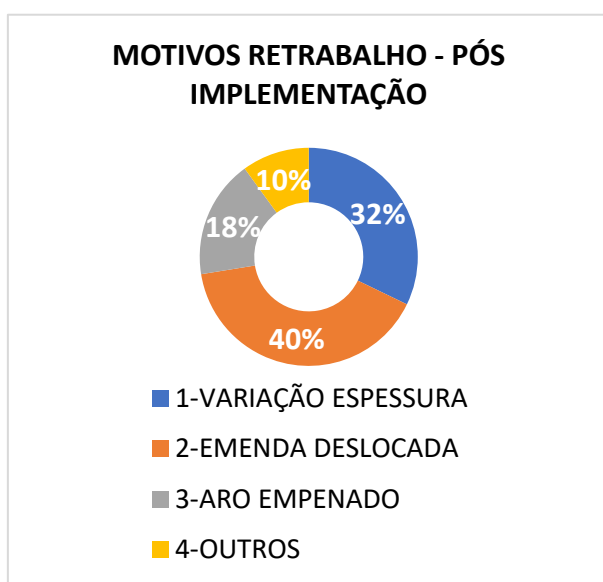


Figura 51: Motivo retrabalho - pós implementação.

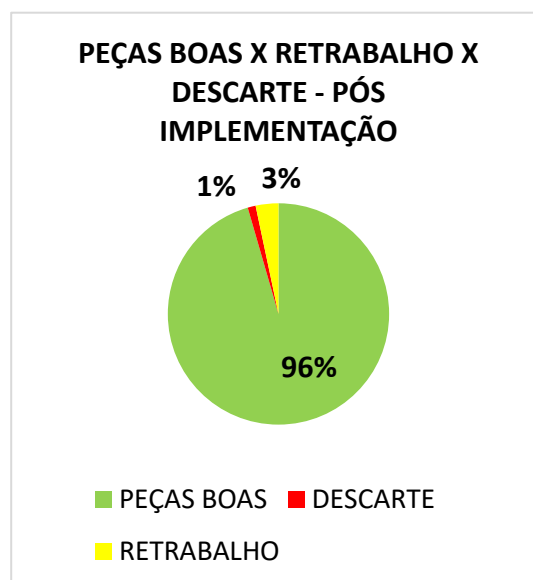


Figura 52: Peças boas x retrabalho x descarte - pós implementação.

Buscar carrinhos e falta de recursos: Graças à implementação da caixa de ferramentas individual e dos *misuzumashis*, esses motivos de paragem reduziram consideravelmente. O ganho foi de 100% para o motivo de buscar Carrinhos e aproximadamente 70% na falta de recursos, que ocorre com uma recorrência menor, mesmo depois da implementação, por falta de organização do próprio operador que demora para sinalizar quando precisa de reposição de material.

Embalagem: foi definida uma nova disposição da área da embalagem: um operador na atividade de embalar e dois operadores na atividade de arquear. No início do estudo o gargalo era a atividade de arquear que levava 60 segundos por embalagem com 10 aros, ou seja, 12 minutos por carrinho com 123 aros e a capacidade de produção diária era de 4 300 aros. Com o estudo de balanceamento e o novo posto de trabalho para auxiliar na capacidade de arquear,

essa atividade passou a 30 segundos, ou seja, reduziu em 50% o tempo e dobrou a capacidade, o tempo para embalar um carrinho passou para aproximadamente 6 min. A capacidade atual é de 8 600 aros/dia.

Como consequência desta mudança, a outra melhoria em destaque foi a redução significativa de *stock* entre processo. Com a criação das atividades dos organizadores não houve mais trocas acidentais de modelos numa mesma embalagem ou numa mesma palete. Após a implementação, os carrinhos já chegam ao setor com as etiquetas coletivas de código de barra, dessa forma o operador não precisa sair de seu posto de trabalho para imprimir ou ir buscar etiqueta ou esperar que outro funcionário as traga no meio do processo. Os operadores não saem mais do posto de trabalho para recolher materiais de embalagem tal como papel cartão, palete, etc. A Figura 53 ilustra a disposição dos colaboradores antes e depois da implementação do *kaizen*, bem como o aumento de produção.

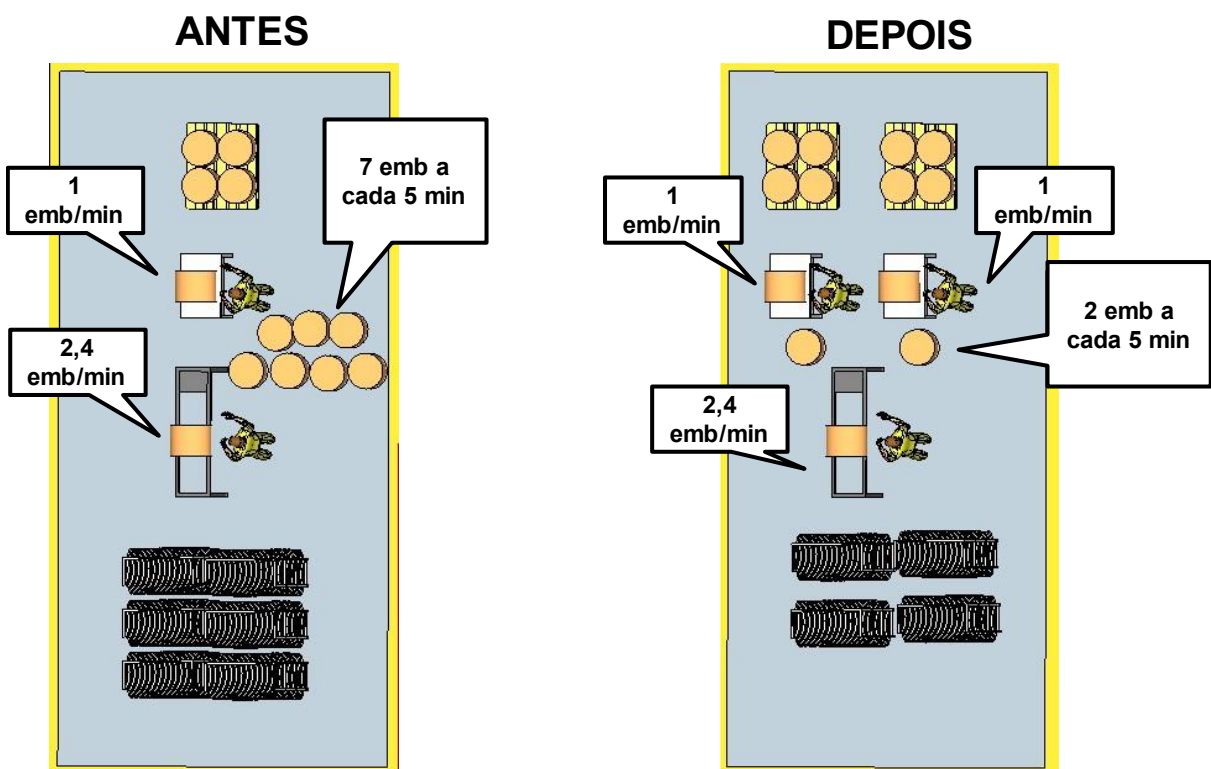


Figura 53: Antes x depois área embalagem.

4.4.11. Passo 11: Elaborar Lições aprendidas. Fase Encerramento, etapa Correção.

A lição aprendida é um conhecimento adquirido através da experiência alcançada a partir da implementação do projeto e normalmente as lições aprendidas são mantidas no setor de projetos para consultas futuras. O objetivo em criar lições aprendidas é de entender porque é que o resultado não saiu como o esperado e evitar a recorrência de ações sem retorno. As

lições aprendidas, quando são positivas, podem servir para promover a mesma aplicação em projetos futuros com uso do tempo reduzido para investigação e criação de contramedidas.

Felizmente todos os projetos de melhoria contínua implementados resultaram na apresentação de índices melhores se comparados ao início do estudo e então, para estes projetos não será aplicada nenhuma contramedida. Por outro lado, é possível observar que o motivo “outros” sofreu um aumento da sua ocorrência, sendo necessário desenvolver um novo projeto para descobrir quais as razões integram esse motivo e criar *kaizen* para os reduzir ou eliminar quando possível. Com relação ao retrabalho, o motivo emenda deslocada se sobressai, então neste ponto é necessário criar uma contramedida para conter essa ocorrência.

A Figura 54, demonstra em forma de fluxograma a relação de contramedidas e melhorias contínuas com o resultado dos indicadores:

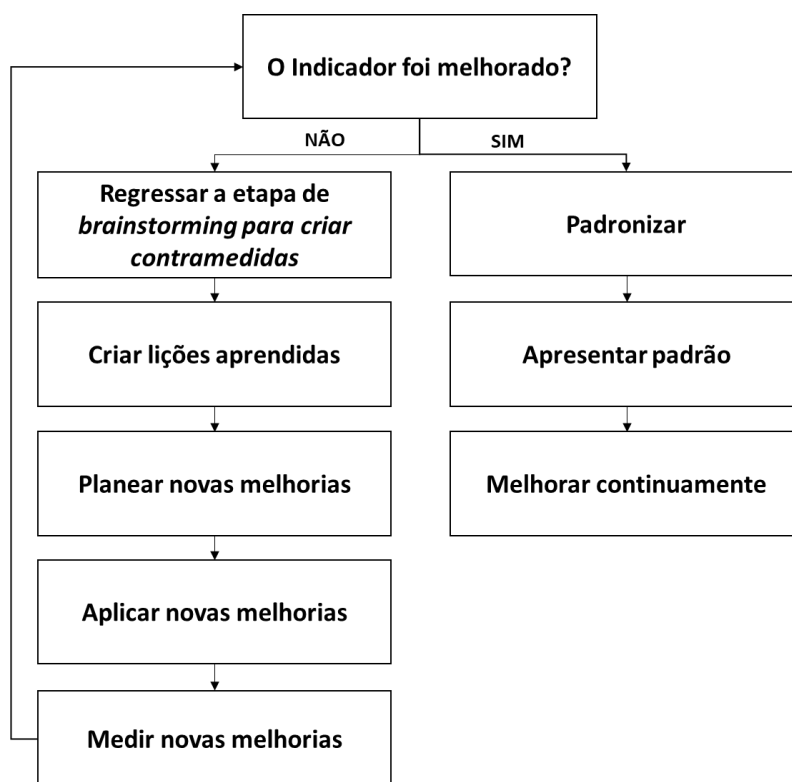


Figura 54: Fluxograma contramedidas e melhoria contínua.

4.4.12. Passo 12: Padronizar Processos. Fase Encerramento, etapa Tornar padrão.

A padronização é a metodologia certa quando se objetiva reduzir a variabilidade dos processos de trabalho. O Trabalho Padronizado é a maneira mais simples, organizada e eficiente de realizar uma tarefa. Quando a atividade possui padronização possui máxima qualidade, segurança, capacidade e mínimo risco e custo.

Nos projetos de melhoria contínua foram criados padrões de maquinação dos aros convencionais e dupla face, embalagem de aros e tarefas dos organizadores do processo. No apêndice C é apresentado o procedimento padrão de embalar aros e no apêndice D o procedimento padrão de maquinação dos aros nos tornos dupla face. Por questões de privacidade dos dados as imagens estão foscas e alguns dados foram alterados.

É importante frisar que antes de divulgar qualquer procedimento padrão foi realizado teste com três operadores diferentes para certificação de que os procedimentos estavam claros e que levavam ao mesmo resultado independente do operador. Após a criação dos documentos, os operadores afetados receberam formação pautada nos procedimentos definidos.

4.4.13. Passo 13: Procura pela perfeição. Fase Encerramento, etapa Melhoria contínua.

A procura pela perfeição nada mais é que a constante melhoria dos processos. Porém é por meio da monitorização dos dados e das contínuas sugestões e ideias dos funcionários que conseguimos chegar perto de alcançá-la. A empresa já tem bem difundido o conceito do Pensamento *Lean* e percebeu a importância da procura contínua por melhorias nos processos. Acredita-se que após este projeto, tanto os funcionários, quanto os líderes serão promotores das mudanças para melhor.

Ao analisar todos os resultados do *kaizen*, encontra-se maior oportunidade de melhoria no motivo de paragem de *setup*. Apesar de todo trabalho realizado, é fundamental que a empresa continue a trabalhar neste indicador para melhorar os tempos de *setup* de outros modelos e manter todo o tipo de *setup* padronizado. Além disso, outra ação de melhoria seria trabalhar numa matriz de torno *versus* capacidade para melhor alocar os modelos aos tornos específicos com intuito de reduzir ao mínimo possível o número de *setup* das máquinas.

Outra melhoria proposta para projetos futuros é monitorizar continuamente o indicador de capacidade de produção. Uma vez que a procura prevista é de 119 370 aros e a capacidade atual é de 189 200, é possível reduzir ainda mais a capacidade, para não trabalhar com sobreprodução ou baixa eficiência das máquinas.

5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A crescente exigência da qualidade por parte dos clientes leva ao progressivo aumento da competitividade entre as empresas. Empresas que querem se destacar e não sofrer com a concorrência devem evoluir suas práticas de forma a baixar seus custos de operação e almejar sempre a excelência. Pode-se dizer que o Pensamento *Lean* é um modelo de gestão cujo objetivo principal é a eliminação de desperdícios dos processos e a criação de valor para todas as partes interessadas, a levar em consideração o desenvolvimento de pessoas, processos e sistemas em toda a organização.

Cada vez mais a aplicação do *Lean* se provará como uma metodologia poderosa na conquista do ganho de produtividade, enquanto de forma muito rápida, reduz os desperdícios, os acidentes, os erros e os custos em geral. O *Lean* é uma das chaves para um mundo melhor. A ideia de tornar os processos administrativos também em processos *Lean* vem sendo aceita cada vez mais pelas empresas. Graças aos cases de sucesso das indústrias e empresas de outros ramos, principalmente o setor da saúde, a filosofia do pensamento *Lean* evoluiu muito. As empresas contribuem ao contar toda a sua experiência com o percurso da implementação do *Lean* e isso contribui para o crescimento da filosofia.

Para melhor compreender seu sucesso é fundamental primeiro esclarecer que o *Lean Thinking* não é apenas um conjunto de práticas aplicadas ao chão de fábrica, mas sim uma mudança cultural profunda na maneira como as pessoas e a organização pensam e se comportam e norteiam seu foco num bem comum em que todos, desde a alta direção até os estagiários participam na identificação e eliminação de todas as fontes de desperdício e ineficiências que possam existir.

No pensamento *Lean* para aumentar a produtividade, é muito mais sobre a qualidade dos processos do que a quantidade produzida. O *Lean* usa métodos para encontrar melhorias no processo a fim de torná-los mais fáceis e mais práticos, de forma a sempre eliminar os desperdícios. O fundamento desta pesquisa sempre foi trabalhar de forma mais inteligente e não mais difícil.

Com a apresentação dos resultados deste caso de estudo e com todos os casos de sucessos apresentados no presente trabalho sobre a aplicação do *Lean Manufacturing* e o aumento e produtividade, é possível responder às perguntas colocadas no início desta pesquisa e se conclui que é evidente a possibilidade de aumento de produtividade com a implementação do pensamento *Lean* e os resultados obtidos são concretos.

Como trabalhos futuros, recomenda-se que a empresa continue a monitorizar seus resultados para não voltar ao estado inicial, que mantenha todas as melhorias e busque sempre as aperfeiçoar. Outro fator que chamou atenção foi o acúmulo observado de aros entre o processo de calandra e pintura e entre pintura e maquinação. Recomenda-se um aprofundado estudo sobre a programação da produção no setor de planeamento, bem como aplicação do *Lean* nestes dois setores a fim de reduzir desperdícios principalmente de sobreprodução, espera e transporte.

Como fator de sucesso, é fundamental que a liderança e alta direção se comprometam com a melhoria contínua e apoiem projetos para tal. É essencial a participação destes na cerimónia de abertura e no encerramento do projeto, na rápida aprovação de recursos e na participação em todas as etapas de implementação da metodologia. Sem o apoio da alta direção nenhum projeto se mantém a médio e longo prazo.

É imprescindível que a empresa sempre envolva os colaboradores no processo de mudança. Normalmente quando os funcionários se sentem parte da equipa e percebem que a empresa reconhece seu valor, está interessada em ouvir suas necessidades e melhorar suas tarefas, eles contribuem com soluções e participam da mudança. Em geral, as soluções dos problemas são dadas por funcionários que trabalham no processo estudado.

É essencial criar empatia com os funcionários que estarão presentes no estudo, inseri-los no conceito e teoria do que será estudado, criar entre os funcionários o anseio pela melhoria e treinar sempre que possível para que estejam familiarizados com a mudança que virá a seguir. Assim como, é mais seguro quando o supervisor é respeitado entre os operadores e é visto não como um chefe, que da ordem e deve ser obedecido, mas mesmo como um líder que é admirado e consegue influenciar e motivar os funcionários para obter um ambiente melhor de trabalho.

O planeamento de toda a ação deve ser realizado de forma minuciosa, com cuidado e com o máximo de detalhes possível, é importante verificar alocação de recursos necessários bem como as interdependências das atividades. Deve ser revisado antes de ser colocado em prática de maneira a não haver defeitos nas sequências das atividades, assim como no atraso de entrega.

É primordial criar indicadores de processo desde o início do estudo para que se possa comparar resultados antes e depois da implementação do estudo de caso. É recomendado criar método sistemático de melhoria contínua para manter a mensuração de indicadores, avaliação e controlo.

Devido à vasta informação de qualidade disposta neste trabalho de pesquisa ação, esta tese final de mestrado não só servirá como base teórica e bibliográfica para a realização de novos estudos e projetos desenvolvidos à nível profissional, mas também se espera que contribua como referência no desenvolvimento de futuros projetos finais de mestrado, pós-graduação e licenciatura.

Por fim, vale mais uma vez ressaltar que a implementação dos princípios de melhoria contínua e o uso de suas ferramentas proporcionam grandes mudanças com poucos investimentos, o que gera a redução ou até eliminação dos desperdícios do sistema produtivo, além da redução de custos e viabilizam maior satisfação dos clientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS







- Anderson, D. J. (2011). *Kanban: Mudança Evolucionária de Sucesso para Seu Negócio de Tecnologia*. Blue Hole Press.
- Araújo, M., Amaral, G., Varela, L., Machado, J., & Trojanowska, J. (2017). Improving Productivity and Standard Time Updating in an Industrial Company – A Case Study. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*, 20(1), 220–228. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63091-5_25
- Canales-Jeri, L., Rondinel-Oviedo, V., Flores-Perez, A., & Collao-Diaz, M. (2022). Lean model applying JIT, Kanban, and Standardized work to increase the productivity and management in a textile SME. *2022 The 3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*, 79–84. <https://doi.org/10.1145/3524338.3524351>
- Crisóstomo, E. L., & Jiménez, J. W. (2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5S y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Industrial Data*, 24(2), 249–271. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i2.19485>
- Dennis, P. (2008). *Produção Lean Simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo*. Bookman.
- Favela Herrera, M. K. I., Escobedo Portillo, M. T., Romero López, R., & Hernández Gómez, J. A. (2019). Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(1), 115–133. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a6>
- Gil, A. C. (2017). *Como Elaborar Projetos de pesquisa* (6. ed). Atlas.
- Gillani, S. A., Singh, C., Raj, N., Al-Musaibeli, H., Panta, P., & Ahmad, R. (2021). Implementation of Lean Tools to Improve Mass Production of a Laser Cladding Process. *2021 9th International Conference on Control, Mechatronics and Automation (ICCMA)*, 224–230. <https://doi.org/10.1109/ICCMA54375.2021.9646209>
- Joint Commission. (2013). *O Pensamento Lean na Saúde: menos desperdícios e filas e mais qualidade e segurança para o paciente*. Bookman.
- Lean Institute Brasil. (2007). *Léxico Lean: Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean* (2ª). Lean Enterprise Institute.
- Liker, J. K. (2007). *O modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Bookman.
- Liker, J. k., & Franz, J. K. (2013). *O modelo Toyota de Melhoria contínua*. Bookman.
- Lima, P. A. M., & Loos, M. J. (2017). Aplicação de fluxo contínuo como contribuição no aumento da produtividade e diminuição do Lead time de uma Indústria Metalúrgica. *Revista Gestão Industrial*, 13(1), 99–119. <https://doi.org/10.3895/gi.v13n1.5126>
- Mann, D. W. (2005). *Creating a Lean culture: tools to sustain Lean conversions*. Productivity Press.
- Miragaya, F. (2021). *Ranking revela as marcas de carro mais fortes e valiosas do mundo*. Acedido em 20, Novembro, 2021 em <https://Quatorrodas.Abril.Com.Br/Noticias/Ranking-Revela-as-Marcas-de-Carro-Mais-Fortes-e-Valiosas-Do-Mundo/>.
- Narusawa, T., & Shook, J. (2016). *Kaizen Express: Fundamentos para a sua jornada Lean*. Lean Enterprise Institute.

- Obara, S. (2017). *Kaizen Teian: Culture of Continuous Improvement* [PowerPoint slides]. In *Honsha* (pp. 23–40).
- Obara, S., & Wilburn, D. (2012). *Toyota by Toyota: Reflections from the Inside Leaders on the Techniques that Revolutionized the Industry*. CRC Press.
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala*. Bookman.
- Petronio G. Martins; Laugeni P. Fernando. (2005). *Administração da Produção*. (2ed ed.). Saraiva.
- Pinto, C. F. (2014). *Em busca do cuidado perfeito: Aplicando Lean na saúde*. Lean Institute Brasil.
- Pinto, J. P. (2014). *Introdução ao Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lidel.
- Santos, D. M. C. dos, Santos, B. K. dos, & Santos, C. G. dos. (2021). Implementation of a standard work routine using *Lean* Manufacturing tools: A case Study. *Gestão & Produção*, 28(1). <https://doi.org/10.1590/0104-530x4823-20>
- Slack, N. C. S. J. Robert. A. (2009). *Administração da Produção* (3ed ed.). Atlas.
- Spagnol, G. S., Calado, R. D., Sarantopoulos, A., & Min, L. L. (2018). *Lean na prática. United States by GlobalSouth Press Inc TM., 1*.
- Taiichi Ohno. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala* (1st ed.). Bookman.
- Tiwari, K. V., & Sharma, S. K. (2022). The Impact of Productivity Improvement Approach Using Lean Tools in an Automotive Industry. *Process Integration and Optimization for Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s41660-022-00252-4>
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (2004). *A Máquina que mudou o mundo* (10th ed.). Elsevier.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press.
- Yasuhiro Monden. (2015). *Sistema Toyota de Produção: Uma abordagem integrada ao Just-in-Time*. Bookman.



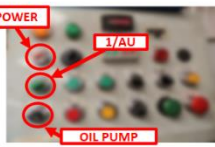
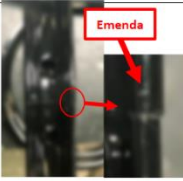



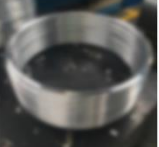
APÊNDICE A – Formulário pré-diagnóstico

IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING
Formulário pré Diagnóstico - Visita ao Gemba
<p>Como está a situação atual? O setor parece organizado e sob controle?</p> <p>R: O setor não é bem organizado, há muito <i>stock</i> entre processos, muitas paragens de máquina, diferença de produção entre um colaborador e outro.</p>
<p>Quais são as principais atividades do processo?</p> <p>R: maquinação, colagem e embalagem.</p>
<p>Possui muitos desperdícios no processo? Quais?</p> <p>R: Sim, <i>stock</i> em excesso, espera do aro, transporte ineficiente, movimentação de operadores para buscar carrinhos, muitos retrabalhos.</p>
<p>O fluxo é nivelado? Todos os operadores produzem igualmente? Observa-se operador em espera?</p> <p>R: O fluxo não é nivelado, há operadores que produzem mais e outros menos, a colagem não acompanha a maquinação em tornos automáticos, gerando acúmulo de aros. Na embalagem, o processo de embalar é mais rápido que o de arquear.</p>
<p>O fluxo é contínuo ou há <i>stocks</i> em processo?</p> <p>R: O fluxo não é contínuo devido as inúmeras paragens do processo. Há <i>stock</i> de materiais antes da maquinação, entre maquinação e colagem e antes da embalagem.</p>
<p>Há paragens de máquinas? De quanto em quanto tempo? Quais os motivos?</p> <p>R: Sim, em todos os tornos e bastante frequente. Os motivos mais evidenciados pelos operadores foram retrabalho, falta de material, <i>setup</i>, ajuda à outros setores, buscar de carrinho, falta de aros, manutenção e limpeza.</p>
<p>Como ocorre o <i>setup</i> das máquinas? Todos são treinados a fazer <i>setup</i>?</p> <p>R: Somente funcionários mais experientes são treinados a realizar <i>setup</i>. Sendo assim, quando é necessário realizar <i>setup</i>, estes operadores param suas atividades principais para fazer o <i>setup</i> de outras máquinas.</p>
<p>Há gestão à vista no setor? Quais tipos? Há atualização das informações?</p> <p>R: O setor possui delimitada a sua área com fitas amarelas. Não há gestão visual de indicadores, nem taopouco reunião com o líder sobre a <i>performance</i> do time. Não há <i>andon</i>.</p>
<p>Há trabalho padronizado? Há instruções de trabalho no <i>gemba</i>?</p> <p>R: Não.</p>
<p>Como é o abastecimento de material? Existe abastecimento externo? Ou o funcionário se transporta para buscar material/ferramentas?</p> <p>R: Existe um funcionário responsável por transportar os carrinhos de aros em toda a fábrica. Muitas vezes os funcionários da maquinação precisam de carrinhos novos e o abastecedor está ocupado com outro setor, sendo assim quem transporta os aros é o próprio operador da maquinação.</p>
<p>Há movimentação de operadores? Quais os motivos?</p> <p>R: Sim, principalmente para buscar carrinhos de aros, bem como itens de limpeza e ferramentas de <i>setup</i>.</p>
<p>Como está a qualidade da produção? Percebe-se muito retrabalho, sucata ou descarte?</p> <p>R: A qualidade não parece ajustada, existe inspeção dos operadores no início, meio e fim de um lote de aros Existe uma considerável quantidade de aros retrabalhados, devido principalmente a: variação da espessura, emenda deslocada e aro empenado.</p>
<p>A produção é just-in-time ou há <i>stock</i> acabado?</p> <p>R: O setor possui muito <i>stock</i> de aros maquinados.</p>
<p>Os funcionários estão satisfeitos? Trabalham em equipa?</p> <p>R: Não. Os funcionários demonstram descontentamento, enxergam a desorganização do setor, reclamam da sujeira.</p>
<p>A liderança é respeitada? Realiza um bom trabalho?</p> <p>R: Não, a liderança funciona mais como apoio de produção, <i>setup</i> e programação do que gestão em si.</p>

APÊNDICE C – Instrução de Trabalho - Embalagem

LOGO DA EMPRESA		INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT- XX -XX
Dados				
Modelo	Aro MTB 26			
Setor	Maquinação	Responsável	Operadores Embalagem	
Descrição do Processo				
Processo	Embalagem			
Introdução	Este documento tem como objetivo instruir o modo de embalar Aro MTB 26 em papel cartão arqueado.			
OBSERVAÇÃO: A Equipe deve ser composta de 2 arqueadores e 1 embalador. Em situações de sobrecarga, o grupo deverá ser composto de 2 embaladores e 3 arqueadores.				
01 - Embalar os aros: 1º operador				
1.1	Início embalagem			
	<p>Conforme o modelo a ser embalado, verificar se o papel cartão que deve ser utilizado é o que está sobre o cavalete. Para o Aro MTB 26 a bobina utilizada é: Bobina 600mm, Comprimento 1780mm</p>			
1.2	Embalagem			
	<p>Pegar 10 aros no carrinho, e envolvê-los com o papel cartão que está sobre o cavalete. Prender as emendas da embalagem com fita adesiva (± 30 cm).</p>			
1.3	Fechando Embalagem			
	<p>Dobrar a borda do papel cartão, sendo um lado sempre por baixo e outro sempre por cima continuamente até o fechamento total do aro. Ex: lado direito da borda sempre por baixo, e lado esquerdo sempre por cima.</p>			
02 - Embalar os aros 2º E 3º operador				
2.1	Fita de Arquear			
	<p>Colocar os aros embalados na máquina de arquear. Pegar a fita, passar por dentro do aro encaixando-a do outro lado da arqueadora para fazer o fechamento. Apoiar as abas do papel cartão com as mãos para melhor acabamento.</p>			
2.2	Quantidade de Fitas			
	<p>Iniciar o arqueamento sempre pela emenda do papelão. O espaçamento de cada fita é de 20 cm em média. As quantidade de fitas por modelo deverá ser 9 fitas.</p>			
2.3	Etiquetagem			
	<p>Pegar o rolo de etiqueta disponível no carrinho e fazer a aplicação da etiqueta coletiva do produto e da etiqueta do operador na embalagem.</p>		 <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block; margin-top: 10px;"> CÓD. OPERADOR </div>	

APÊNDICE D – Instrução de Trabalho - Torno Dupla face.

LOGO EMPRESA		INSTRUÇÃO DE TRABALHO		Identificação: IT-XX - XX
Versão:	Elaborado por:	Aprovado por:	Data:	
Dados				
Produto	Aro MTB 26			
Setor	Maquinação	Responsável	Operador Maquinação	
Descrição do Processo				
Processo	Maquinação no Torno Dupla Face			
Introdução	Este processo tem como objetivo maquirar a lateral do aro no torno dupla face.			
01 - Maquinação do aro				
1.1	Ordem de Produção			
	De acordo com a ordem de produção o líder do setor irá direcionar o modelo de aro a ser máquinado.			
1.2	Modelo a maquirar			
	Com base na ordem de produção, verificar a etiqueta de identificação no carrinho conferindo modelo do perfil e lote.			
1.3	Ligar a máquina			
	Ligar a máquina no botão POWER , colocar em ON o botão 1/AU para acionar o óleo, e mudar o botão 1 para AUTO . Conferir se o setup da máquina está de acordo com o aro a ser máquinado.			
1.4	Verificar o aro			
	Sempre inspecionar o aro, verificando o desalinhamento da emenda, aro empenado e a pintura, antes de colocá-lo no torno. Caso haja não conformidade, separar os aros para serem retornados ao setor de Calandras.			
1.5	Processo			
	Colocar o aro na máquina com a guia para baixo, fechar a porta para prender o aro e acionar o botão Start (verde) para iniciar o processo de maquinação. No torno dupla face o tempo de processo é 24 segundos. Após o processo, abrir a porta e retirar o aro. Inspecionar e observar se não há repasse. Se houver, deixar para maquirá-lo novamente no final da produção. OBS.: Caso haja mais de 10 aros para repasse, informar o encarregado.			
1.6	Fazer a medição			
	Medir 3 aros, no começo, meio e fim de cada carrinho. Fazer a medição do dimensional do aro com o paquímetro, verificando se a medida está dentro da tolerância conforme IT-SGS-XX.			
1.7	Limpeza e Inspeção			
	Após a maquinação, fazer a limpeza do aro com o pano e inspecionar a maquinação bem como os riscos indevidos.			
1.8	Passar ao processo seguinte			
	Colocar os aros na mesa com a emenda alinhada para o operador da colagem.			