



MELHORIA DO SISTEMA DE FLUXO LOGÍSTICO INTERNO ? PULL FLOW: FÍSICO E DIGITAL

TAIS TELLINI
dezembro de 2018

MELHORIA DO SISTEMA DE FLUXO LOGÍSTICO INTERNO

– PULL FLOW: FÍSICO E DIGITAL

TAÍS TELLINI
1170207

2018
Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica





MELHORIA DO SISTEMA DE FLUXO LOGÍSTICO INTERNO – PULL FLOW: FÍSICO E DIGITAL

TAÍS TELLINI
1170207

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica – Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva, Professor Adjunto do ISEP, coorientação da Professora Doutora Aziza Kamal Genena da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira (UTFPR-MD) do Brasil e da Professora Doutora Maria Teresa Ribeiro Pereira, Professora Adjunta do ISEP.

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica





JÚRI

Presidente

Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho
Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, ISEP

Orientador

Doutor Francisco José Gomes da Silva
Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, ISEP

Co-orientador

Doutora Aziza Kamal Genena
Professora Associada, Departamento Acadêmico de Alimentos, UTFPR

Co-orientador

Doutora Maria Teresa Ribeiro Pereira
Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, ISEP

Arguente

Doutora Ana Maria Azevedo Neves
Professora Auxiliar Convidada, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus pela oportunidade da vida, pela força diária que me proporciona e por sempre me guardar.

Aos meus pais, Marco e Maryland, um agradecimento mais que especial, por toda a educação, todo apoio e todo o auxílio que, mesmo de longe, nunca mediram esforços para me ver feliz e realizada ao longo desses anos. Um agradecimento especial à minha mãe, que é minha inspiração diária para eu ser um ser humano e uma profissional tão excepcional como ela é, por me dar todo o suporte emocional necessário e por mostrar-me sempre o melhor caminho a ser seguido.

À pessoa mais importante da minha vida, meu irmão Caio, minha eterna gratidão, que sempre se mostrou disponível a ajudar-me, a dividir e compreender todas as fases da minha vida. Sem ele, certamente o caminho para o sucesso desta fase teria sido complicado e o gosto da vitória teria outro sabor. Obrigada por ser meu exemplo, por sempre querer o meu melhor, e sempre me ajudar em absolutamente tudo.

Minha gratidão a todos da minha família, em especial a minha avó Santa, que em nenhum dia deixou de rezar por mim, para que eu concluísse mais esta fase da minha vida com êxito e com saúde, e à minha prima Julia, que sempre esteve ao meu lado, qualquer que fosse o momento, apoiando-me e ajudando-me.

Àqueles amigos que estão sempre ao meu lado, me dando o suporte em todos os momentos da minha vida, e que, apesar da distância, da ausência e da saudade, foram pacientes e compreenderam mais este momento, em especial a: André Inácio, Giovanna Furini, Graciela Heep, Isabella Chagas, Marcelo Ramos, Mariana Pallú, Nathália Fernandez, Renan Moreno, Taís Marcondes e Wekisley Souza.

Agradeço também à minha instituição de origem, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira, e à instituição de acolhimento, o Instituto Politécnico do Porto, pelas oportunidades proporcionadas, por todo o conhecimento técnico adquirido e por todo o enriquecimento que me proporcionou como pessoa. Em especial, a minha orientadora, a Professora Doutora Aziza Kamal Genena que não mediu esforços para me auxiliar e ao Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva, que pacientemente orientou e me proporcionou grandes oportunidades.

Destaco, por fim, a empresa que me acolheu nestes últimos oito meses, e possibilitou que este estudo fosse realizado. Desde o início, todos os funcionários foram receptivos, dando-me todo o suporte necessário, e todas as ferramentas para que conseguisse concluir este projeto. Em especial, o meu agradecimento ao meu chefe José Ferreira e ao Luís Silva, que diariamente me ajudaram diretamente em todas as fases deste projeto, e a todo o momento estavam sempre dispostos a ensinar-me algo de novo. Agradeço ao Filipe Rocha e Miguel Rodrigues, que sempre estavam dispostos a auxiliarem-me em qualquer situação. Meu agradecimento especial a André Cabral por todo apoio, disponibilidade, atenção, suporte e incentivo a mim dirigido.

PALAVRAS CHAVE

Produção, Linhas, Comboio Logístico, Tempo, Empresa, Embalagem.

RESUMO

Melhoria contínua é fundamental para o crescimento de qualquer indústria. Na indústria automotiva não será diferente, com tantos avanços tecnológicos nos carros, não é possível pensar apenas no produto final, sem pensar em como aperfeiçoar também a sua produção. Desta forma, além do investimento financeiro em adquirir equipamentos e ferramentas modernas, há que pensar em aumentar a produtividade, sem perder a qualidade do produto acabado. Para isso, adotar boas práticas organizacionais e metodologias de otimização, auxiliam as empresas a terem resultados cada vez melhores.

A ferramenta de melhoria, comboio logístico interno, permite realizar a movimentação interna de materiais. É importante que ela seja incrementada de acordo com cada tipo de produção, respeitando sua capacidade e regras da empresa no qual está inserido. Dessa forma, o objetivo desta dissertação, foi examinar as dificuldades que acontecem e propor uma melhoria para o sistema atual de comboio logístico interno de uma indústria de componentes de automóvel.

As análises permitiram observar que havia muitas paragens indesejadas nas linhas, uma falha na comunicação entre o operador do comboio, o preparador da embalagem, os monitores das linhas e operadores de cada linha, e um desperdício de tempo da mão de obra do operador do comboio. A partir da identificação destes pontos, e da realidade da empresa, propôs-se o desenvolvimento de um sistema digital para transmitir a informação da necessidade de uma linha ao preparador de embalagem, no armazém de produto acabado. Este sistema foi desenvolvido, uma vez que a empresa não possui um padrão na produção, cada linha possui diferentes referências de produto acabado e com diferentes tempos de ciclo e estava estabelecida uma rota fixa a ser percorrida pelo comboio.

Após a implementação do uso deste sistema, concluiu-se que um comboio seria suficiente para abastecer todas as linhas existentes atualmente na empresa. Otimizou-se a comunicação entre as linhas e o armazém de produto acabado, evitando falhas no

horário da entrega, bem como no tipo de embalagem a ser entregue, além de promover um melhor aproveitamento da mão de obra do comboio.

KEYWORDS

Production, Lines, Logistic Train, Time, Company, Packing.

ABSTRACT

Continuous improvement is critical to the growth of any industry. In the automotive industry it will not be different. Indeed, with so many technological advances in vehicles, it is not possible to think only about the final product, without thinking about how to improve its production too. Thus, in addition to the financial investment in acquiring modern equipment and tools, it is necessary to think about increasing productivity without losing the quality of the final product. To do this, adopting good organizational practices and optimization methodologies, helps companies achieve better results.

The internal logistics train is an improvement tool that allows to carry out the internal movement of materials. In this way, it is important that it is incremented according to each type of production, respecting its capacity and rules of the company in which it is inserted. Thus, the objective of this dissertation was to examine the difficulties that occur and propose an improvement to the current internal logistics train system of an industry of automotive components.

The analyzes showed that there were many unwanted stops on the lines, a failure in communication between the train operator, the packager, the line monitors and operators in each line, and a waste of the train operator's workforce. From the identification of these points, and the reality of the company, it was proposed the development of a digital system to transmit the information of the lines' needs to the packaging preparer in the finished product warehouse. This system was developed, since the company does not have a standard in the production, each line has different references of final products and with different cycle times and there was an established fixed route to be traversed by the train.

After the implementation of the use of this system, it was concluded that a train would be enough to supply all the existing lines in the company. Communication between the lines and the final product warehouse was optimized, avoiding defects in the delivery

time and type of packaging to be delivered, as well as promoting a better use of the workforce of the train operator.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

Termo	Designação
AA	Designação utilizada pela empresa em estudo, para identificar as linhas de produção de Ar Condicionado
ACAP	Associação do Comércio Automóvel de Portugal
ACEA	<i>European Automobile Manufacturers Association</i>
CONT	Contentor
CSR	<i>Customer Specific Requirement</i>
DA	Designação utilizada pela empresa em estudo, para identificar as linhas de produção de Direção Assistida
DPAI	Divisão de Peças e Acessórios Independentes
DMAIC	Designação para identificar as cinco fases do ciclo: <i>Define, Measure, Analyse, Improve e Control</i>
FTL	<i>Flux Tiré Lissé</i>
IATF	<i>International Automotive Task Force</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
MD	Medianeira
Min	Minutos
MQ	Muro da Qualidade
MTO	<i>Make To Order</i>
PDCA	Designação para identificar as quatro fases do ciclo: <i>Plan, Do, Control e Action</i>
PIC	Planificação Interna de Capacidade
SPAI	Setor de Peças e Acessórios Independentes
TPS	<i>Toyota Production System</i> (Sistema Toyota de Produção)
TPA	<i>Truck Preparation Area</i>
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

GLOSSÁRIO DE TERMOS

Termo	Designação
<i>Action</i>	Agir
<i>Analyse</i>	Analisar
<i>BAC</i>	Modelo de embalagem plástica
<i>Big Data</i>	Alto volume de dados
<i>Control</i>	Controlar
<i>Define</i>	Definir
<i>Design</i>	Estilo
<i>Do</i>	Executar
<i>Fardier à vapeur</i>	Primeiro modelo de carro
<i>Improve</i>	Melhorar
<i>Internet</i>	Rede informática utilizada para interligar computadores a nível mundial
<i>iPad</i>	Utensílio eletrónico
<i>Kanban</i>	Modelo de sinalização para a produção industrial
<i>Layout</i>	Esboço do arranjo físico de uma planta física
<i>Lead Time</i>	Tempo de ciclo
<i>Lean</i>	Modelo de produção enxuta
<i>Measure</i>	Medir
<i>Mizusumashi</i>	Tipo de recurso utilizado para fazer o transporte de mercadorias dentro de uma fábrica
<i>Plan</i>	Planejar
<i>Self Service</i>	Sistema de serviço em que o próprio consumidor se serve
<i>Set Up</i>	Tempo de preparação
<i>Shop Stock</i>	Mercado de <i>stock</i> próximo à linha de produção
<i>Six Sigma</i>	Ferramenta de melhoria
<i>Software</i>	Sistema de processamento de dados
<i>Standardizar</i>	Tornar uniforme
<i>Status</i>	Posição social
<i>Stock</i>	Armazenagem de produto

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DOS CLIENTES DA EMPRESA EM ESTUDO (FONTE: ADAPTADO DOS DADOS DA EMPRESA EM ESTUDO (2018))	7
FIGURA 2 - PRIMEIRO CARRO A VAPOR (FONTE: [2])	11
FIGURA 3 - PRODUÇÃO ANUAL MUNDIAL DE CARROS (FONTE: ADAPTADO DE [6])	12
FIGURA 4 - QUANTIDADE PRODUZIDA DE CARROS NO ANO DE 2017 (FONTE: ADAPTADO DE [8])	12
FIGURA 5 - EMPREGOS GERADOS NO SETOR AUTOMOTIVO POR PAÍS NO ANO DE 2017 (FONTE: ADAPTADO DE [11])	13
FIGURA 6 - QUANTIDADE DE CARROS PRODUZIDOS PELAS QUINZE MAIORES PRODUTORAS DE AUTOMÓVEIS (FONTE: ADAPTADO DE [13] [14] [15])	14
FIGURA 7 - DEZ MAIORES PAÍSES EXPORTADORES DE CARROS EM 2011 (FONTE: [17])	15
FIGURA 8 - PRODUÇÃO MUNDIAL DE AUTOMÓVEIS POR CONTINENTE NO ANO DE 2015 E 2016 (FONTE: [20])	15
FIGURA 9 - PRODUÇÃO DE VEÍCULOS POR PAÍSES DA UNIÃO EUROPEIA NO ANO DE 2016 (FONTE: [24])	16
FIGURA 11 - PRINCIPAIS CONCEITOS ABORDADOS NA INDÚSTRIA 4.0 (FONTE: ADAPTADO DE [28])	17
FIGURA 10 - OS TRÊS PILARES DA INDÚSTRIA DE COMPONENTES PARA AUTOMÓVEL (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	17
FIGURA 12 - IMPLEMENTAÇÕES DA INDÚSTRIA 4.0 (FONTE: ADAPTADO DE [32])	18
FIGURA 13 - OBJETIVOS DA NORMA IATF 16949 (FONTE: ADAPTADO DE [41])	19
FIGURA 14 - DOIS TIPOS DE TRANSPORTE DE PRODUTO DE MATERIAIS: EMPILHADOR (A) E <i>MIZUSUMASHI</i> (B) (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	21
FIGURA 15 - VANTAGENS DA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA <i>MIZUSUMASHI</i> NO TRANSPORTE DE MERCADORIAS NA PRODUÇÃO (FONTE: ADAPTADO DE [54] [55])	22
FIGURA 16 - SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES PARA ELABORAÇÃO DO <i>MIZUSUMASHI</i> (FONTE: ADAPTADO DE APUD [57])	23
FIGURA 17 - DIAGRAMA DO FLUXO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO (FONTE: ADAPTADO DE [69])	25
FIGURA 18 - EXEMPLOS DOS QUATRO MODELOS DE <i>LAYOUT</i> (FONTE: APUD DE [77])	27
FIGURA 19 - CARACTERÍSTICAS REFERENTES AOS CINCO TIPOS DE ARRANJO FÍSICO (FONTE: ADAPTADO DE [76] [78])	27
FIGURA 20 - DISPOSIÇÃO DOS RECURSOS DENTRO DE UM MODELO DE <i>LAYOUT</i> (FONTE: [78])	28
FIGURA 21 - DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO CICLO PDCA (FONTE: ADAPTADO DE [86] [87])	29
FIGURA 22 - OS SETE DESPERDÍCIOS DE TAIICHI OHNO (FONTE: ADAPTADO DE [92])	31
FIGURA 23 - DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO CICLO DMAIC (FONTE: ADAPTADO DE [103])	33
FIGURA 24 - EXEMPLO DE UM CARTÃO <i>KANBAN</i> (FONTE: ADAPTADO DOS DADOS DA EMPRESA EM ESTUDO (2018))	38
FIGURA 25 - EMBALAGENS DISPONIBILIZADAS PARA ACOMODAR OS PRODUTOS FINAIS: <i>BAC</i> (A) E <i>CONTENTOR</i> (B) (FONTE: ADAPTADO DOS DADOS DA EMPRESA EM ESTUDO (2018))	38
FIGURA 26 - SISTEMA FTL DIGITAL (FONTE: ADAPTADO DOS DADOS DA EMPRESA EM ESTUDO (2018))	39
FIGURA 27 - FLUXOGRAMA COMPLETO DE UM PRODUTO ACABADO (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	40

FIGURA 28 - EXEMPLARES DE PRODUTOS ACABADOS DE DIREÇÃO ASSISTIDA E AR CONDICIONADO (FONTE: ADAPTADO DOS DADOS DA EMPRESA EM ESTUDO (2018))	40
FIGURA 29 - TRAJETO PERCORRIDO PELO COMBOIO LOGÍSTICO NA PLANTA ATUAL DA EMPRESA (FONTE: ADAPTADO DOS DADOS DA EMPRESA EM ESTUDO (2018))	41
FIGURA 30 - EMBALAGENS COM PRODUTO ACABADO À ESPERA DE SEREM DECLARADAS AO SISTEMA (FONTE: ADAPTADO DOS DADOS DA EMPRESA EM ESTUDO (2018))	43
FIGURA 31 - EXCESSO DE EMBALAGENS NAS LINHAS (A) E EMBALAGEM LOCALIZADA EM LOCAL INDEVIDO (B) (FONTE: ADAPTADO DOS DADOS DA EMPRESA EM ESTUDO (2018))	43
FIGURA 32 - FLUXOGRAMA DAS RESTRIÇÕES DO COMBOIO LOGÍSTICO (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	44
FIGURA 33 - PERCENTAGEM POR OCORRÊNCIA NO PERCURSO DO COMBOIO LOGÍSTICO (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	46
FIGURA 34 - TEMPOS MÍNIMO, MÁXIMO E MÉDIO DAS LINHAS PRODUTIVAS (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	47
FIGURA 35 - QUADRO INFORMATIVO DA ORDEM DE ENTREGA E RECOLHA DE EMBALAGENS (FONTE: ADAPTADO DOS DADOS DA EMPRESA EM ESTUDO (2018))	48
FIGURA 36 - CARTÃO UTILIZADO PARA INFORMAR QUAL O TIPO DE EMBALAGEM QUE A LINHA PRODUTIVA UTILIZA (FONTE: ADAPTADO DOS DADOS DA EMPRESA EM ESTUDO (2018))	49
FIGURA 37 - ESQUEMA REPRESENTATIVO DO ABASTECIMENTO INICIAL DE CARTÕES (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	49
FIGURA 38 - FUNÇÕES DESEMPENHADAS PELO OPERADOR NO PROCESSO SEMI-AUTOMATIZADO (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	52
FIGURA 39 - ORDEM SEQUENCIAL PARA INTRODUIZIR INFORMAÇÕES: PÁGINA PRINCIPAL (A), ADICIONAR A LINHA, O TIPO DE EMBALAGEM E A SUA RESPECTIVA REFERÊNCIA (B), PÁGINA APÓS A INTRODUÇÃO DA INFORMAÇÃO (C) E REPASSAR A INFORMAÇÃO AO TPA (D) (FONTE: ADAPTADO DOS DADOS DA EMPRESA EM ESTUDO (2018))	53
FIGURA 40 - LISTA DE LINHAS E EMBALAGENS DO ECRÃ DO TPA (FONTE: ADAPTADO DOS DADOS DA EMPRESA EM ESTUDO (2018))	54
FIGURA 41 - GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE OS TRÊS CENÁRIOS AVALIADOS, RELACIONANDO O TEMPO COM AS FUNÇÕES DO OPERADOR DO COMBOIO LOGÍSTICO (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	55
FIGURA 42 - TEMPOS MÍNIMO, MÁXIMO E MÉDIO DAS LINHAS PRODUTIVAS AGREGADAS AO PROCESSO ATUAL (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	57

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - ATIVIDADES PRÁTICAS DESENVOLVIDAS AO LONGO DE CADA ETAPA DO ESTÁGIO (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	5
TABELA 2 - PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE OS TRÊS MODELOS DE PRODUÇÃO (FONTE: ADAPTADO DE [89]).....	30
TABELA 3 - HORÁRIOS E SEQUÊNCIA PARA LEVANTAR E DEIXAR EMBALAGENS NAS LINHAS PRODUTIVAS A CADA HORA DE CADA TURNO (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	45
TABELA 4 - MÉDIA DE TEMPO DO FUNCIONÁRIO X (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	50
TABELA 5 - MÉDIA DE TEMPO DO FUNCIONÁRIO Y (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	51
TABELA 6 - QUANTIDADE ESTIMADA DE EMBALAGENS QUE UTILIZAM CARRINHOS E CONTENTORES NO CENÁRIO ATUAL (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA).....	51
TABELA 7 - MÉDIA DE TEMPO DE AMBOS FUNCIONÁRIOS NO SISTEMA SEMI-AUTOMATIZADO (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	54
TABELA 8 - QUANTIDADE ESTIMADA DE EMBALAGENS QUE UTILIZARÃO CARRINHOS E CONTENTORES NO CENÁRIO FUTURO (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA).....	56
TABELA 9 - PERCENTAGENS DE GANHOS E PERDAS A PARTIR DO USO DA FERRAMENTA OTIMIZADA (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA).....	62
TABELA 10 - OBJETIVO PROPOSTO, AÇÕES IMPLEMENTADAS E RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DE SUAS APLICAÇÕES (FONTE: AUTORIA PRÓPRIA)	63

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	3
1.2	OBJETIVOS.....	4
1.3	METODOLOGIA UTILIZADA NA DISSERTAÇÃO	4
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	5
1.5	EMPRESA DE ACOLHIMENTO	6
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1	INDÚSTRIA AUTOMÓVEL	11
2.1.1	IMPORTÂNCIA DO SETOR NA ECONOMIA NACIONAL E MUNDIAL	13
2.1.2	PILARES DA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL	17
2.1.3	AUTOMATIZAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL.....	20
2.2	LINHA DE PRODUÇÃO/MONTAGEM	21
2.2.1	CONCEITO DE ABASTECIMENTO À LINHA.....	21
2.2.1.1	DEFINIÇÃO DE ROTA DE ABASTECIMENTO	23
2.2.2	BALANCEAMENTO DE LINHAS.....	24
2.3	GESTÃO DA PRODUÇÃO	25
2.3.1	CONCEITO DE FLUXO DE MATERIAIS.....	25
2.3.2	CONCEITO DE <i>LAYOUT</i>	26
2.3.3	CONCEITO DE OPTIMIZAÇÃO DE OPERAÇÕES.....	28
2.3.4	CONCEITO DE DESPERDÍCIO	30
2.3.5	CONCEITO DE MELHORIA CONTÍNUA.....	32
3	DESENVOLVIMENTO.....	37
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	37
3.2	DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS	39
3.3	IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	41
3.4	<i>BRAINSTORMING</i>	43
3.5	IMPLEMENTAÇÃO E VERIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO	48

3.6	ANÁLISE CRÍTICA DO FUNCIONAMENTO	55
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS.....	61
4.1	CONCLUSÕES.....	61
4.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS.....	64
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	69
5.1	ARTIGOS E LITERATURA	69

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.2 OBJETIVOS

1.3 METODOLOGIA UTILIZADA NA DISSERTAÇÃO

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

1.5 EMPRESA DE ACOLHIMENTO

1 INTRODUÇÃO

O primeiro capítulo desta dissertação aborda de forma sucinta o que será abordado ao longo do trabalho. Trata-se da forma como a pesquisa foi realizada e como está o mercado no qual está inserido. Dessa forma, é possível ter uma perspectiva de qual o melhor caminho para atingir os objetivos propostos.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O setor automóvel é um dos setores mais importantes para a economia mundial. O setor, que já enfrentou muitos obstáculos, enfrenta uma busca incessante pela qualidade (baseando-se em normas certificadas internacionalmente), aplicação de novas tecnologias, inovações e personalização que atraiam mais clientes às marcas, e que estes se tornem fiéis às mesmas. Além destes pontos, outro de suma importância é o comprometimento ambiental, ao utilizar conscientemente os recursos.

Uma das vertentes que abastece este setor tão importante, é a indústria de componentes de automóvel. Representando em torno de 75% do valor de um automóvel, esta indústria tem-se tornado cada vez mais competitiva, mais especializada e com uma mão de obra mais técnica, atraindo cada vez mais investimento e expandindo-se progressivamente para o mercado exportador.

Uma das exigências para se otimizar o funcionamento de grandes empresas deste setor, é fazendo uso de metodologias de melhoria contínua, como por exemplo a ferramenta do comboio logístico interno. Responsável por abastecer com matéria prima e embalagens e recolher produto acabado, torna o processo produtivo de abastecimento de uma empresa mais eficiente e eficaz, através da integração do fluxo de materiais e de informação.

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo aprimorar o funcionamento desta ferramenta em uma indústria de componentes de automóvel. Com a redução de erros, diminuição de atrasos e normalização no abastecimento e recolha de materiais, buscou-se gerar um aumento da produtividade e de disponibilidade de mão de obra, além da redução de desperdícios. A empresa em que se realizou este estudo, possui um total de 27 linhas de produção de tubagens para ar condicionado (AA) e direção assistida (DA) para automóveis, compostas por diferentes referências, cada uma com seu respectivo tempo de ciclo. Ao relacionar todas essas informações, melhorou-se o desempenho do comboio que atuava até então. Através dessas melhorias, era

desejável otimizar as relações entre o preparador das embalagens, o operador do comboio logístico e as monitoras responsáveis por cada conjunto de linhas.

1.2 OBJETIVOS

A presente investigação deu-se a partir de um estudo de caso realizado em uma empresa do setor automobilístico. Dessa forma, foi possível identificar, analisar e propor melhorias ao sistema de comboio logístico atualmente utilizado.

O estudo visou implementar medidas de otimização à ferramenta do comboio logístico até então utilizada na empresa. Propôs-se assim, eliminar voltas desnecessárias ou com vagões vazios, movimentações dispensáveis de embalagens, paragens indesejadas e aperfeiçoamento/redução da comunicação entre os operadores.

De forma geral, o objetivo deste trabalho visou a otimização do abastecimento e levantamento de embalagens de produto acabado nas linhas atuais, de acordo com o *layout* existente e, posteriormente, com a ampliação e modificação da planta da empresa. Através das novas medidas, a expectativa é que haja um aumento da produtividade e um melhor aproveitamento da mão de obra, além de eliminar gastos indesejados.

Posteriormente, com a adequação da planta, foi realizado um novo estudo para verificar a necessidade de aquisição de novos comboios e definir um outro tipo de sistema para fazer a comunicação entre as linhas e o TPA (*Truck Preparation Area*).

1.3 METODOLOGIA UTILIZADA NA DISSERTAÇÃO

Inicialmente, a consulta de algumas referências bibliográficas foi necessária para compreender, contextualizar e auxiliar o desenvolvimento e a tomada de decisão das soluções para os problemas encontrados. O desenvolvimento do trabalho foi dividido em cinco etapas: Recolha e Tratamento de Dados, Tomada de Decisão, Implementação de Melhoria, Monitoramento e, Propostas Futuras, as quais estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Atividades práticas desenvolvidas ao longo de cada etapa do estágio
 Fonte: A autoria própria



1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é composta por quatro capítulos, sendo eles: Introdução, Revisão Bibliográfica, Desenvolvimento e Conclusão/Trabalhos Futuros.

No primeiro capítulo, designado por “Introdução”, foram abordados os itens de contextualização, objetivos do trabalho, metodologia aplicada no desenvolvimento, estrutura da dissertação e, por fim, uma breve apresentação da empresa onde o trabalho foi realizado.

Os conceitos teóricos necessários ao desenvolvimento do trabalho prático na empresa, como por exemplo, logística, gestão da cadeia de abastecimento e a ferramenta comboio logístico, foram apresentados no capítulo seguinte, designado de “Revisão Bibliográfica”.

No terceiro capítulo, intitulado “Desenvolvimento”, foram especificadas as atividades práticas realizadas durante o período de estágio, desde a descrição do problema, até à solução encontrada, detalhando todas as etapas necessárias para a sua implementação.

No quarto capítulo, “Conclusões e Trabalhos Futuros”, foram traçadas as considerações finais, sendo apontadas de forma objectiva as mais-valias trazidas pela realização deste trabalho. Foram também apresentadas vias de trabalho futuro, no sentido de continuar o processo de melhoria na cadeia de abastecimento e recolha de produto, tendo em vista a situação actual, mas também perspetivando um crescimento do caudal de produção e das instalações da empresa.

Nas “Referências Bibliográficas” foram indicadas as fontes de informação utilizadas ao longo da dissertação.

1.5 EMPRESA DE ACOLHIMENTO

Este estudo foi desenvolvido numa empresa multinacional dedicada ao fabrico de componentes para a indústria automóvel, onde a produção está focada especificamente em tubagens de ar condicionado e direção assistida.

A empresa funciona 24 horas por dia, em três turnos, durante cinco dias por semana e, em determinadas linhas, até 7 dias por semana. Seus principais clientes são encontrados por toda a região da Península Ibérica e norte da África (Figura 1).

A empresa produz para marcas de automóveis consagradas no mercado, para abastecimento directo às linhas de montagem, e detém o compromisso de sempre proporcionar produtos de qualidade e na quantidade desejada, além de atendê-las no tempo exigido.



Figura 1 - Localização dos clientes da empresa em estudo
Fonte: Adaptado dos dados da empresa em estudo (2018)

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

2.2 LINHA DE PRODUÇÃO/MONTAGEM

2.3 GESTÃO DA PRODUÇÃO

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este segundo capítulo, aborda os principais conceitos e definições publicados, que serviram de base à prática deste estudo. Neste capítulo é possível encontrar nestes autores, recomendações realizadas a partir de outros trabalhos e direcionar o foco da pesquisa para o que será abordado na parte prática.

2.1 INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

Em tempos de guerra, era fundamental realizar o transporte de artilharia e de pessoas para assegurar a proteção dos cidadãos. Tendo em conta essa necessidade, em meados do século XVIII, Nicolas Joseph Cugnot, engenheiro militar, estudou a construção de um carro a vapor, chamado *Fardier à vapeur* (Figura 2). A intenção pela qual o projeto foi apresentado, era realizar o transporte de artilharia. No entanto, uma falha fez com que o projeto não fosse por diante. Dessa forma, o material bélico continuou a ser transportado por tração puxada por cavalos [1].



Figura 2 - Primeiro carro a vapor
Fonte: [2]

Com o passar dos anos, houve um crescimento populacional e um desenvolvimento das cidades, o que fez com que a necessidade de transporte e de mercadorias aumentasse ainda mais. A partir da ideia inicial, mais tarde, no século XIX, surgiria o primeiro carro, conferindo uma outra liberdade ao homem [3].

Suas características iniciais, como alto peso, baixa velocidade, produção de altos ruídos e tipo de combustível até então utilizado, modificaram-se com o passar dos anos, até que se deu início à produção em série, estabelecida por Henry Ford [4].

Visto que o carro era um produto destinado apenas a uma parte favorecida da sociedade, devido ao seu alto custo de venda, Ford introduziu um novo modelo de produção. Ele criou um novo conceito de linha de produção, que viabilizou a produção em massa de produtos padronizados, favorecendo o incremento significativo da procura. Dessa forma, foi possível diminuir o valor de venda do carro e torná-lo mais acessível a uma maior parte da população [5].

Desde então, a produção de carros e a modernização dos sistemas de produção não tem parado, adoptando as mais avançadas tecnologias. Com a facilitação à compra e com a evolução positiva da economia, a produção de carros vem crescendo ano após ano, como mostram os números na Figura 3.

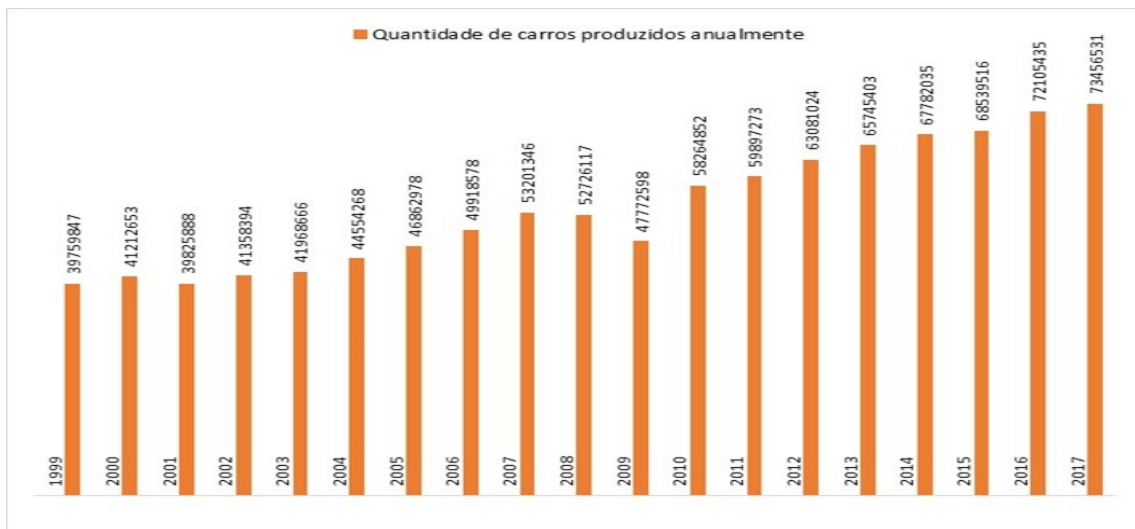


Figura 3 - Produção anual mundial de carros

Fonte: Adaptado de [6]

Atualmente, o país responsável pela maior produção de carros no mundo é a China, como é visto na Figura 4, sendo que, nos últimos anos, um a cada quatro carros produzidos vem desse país asiático [7].

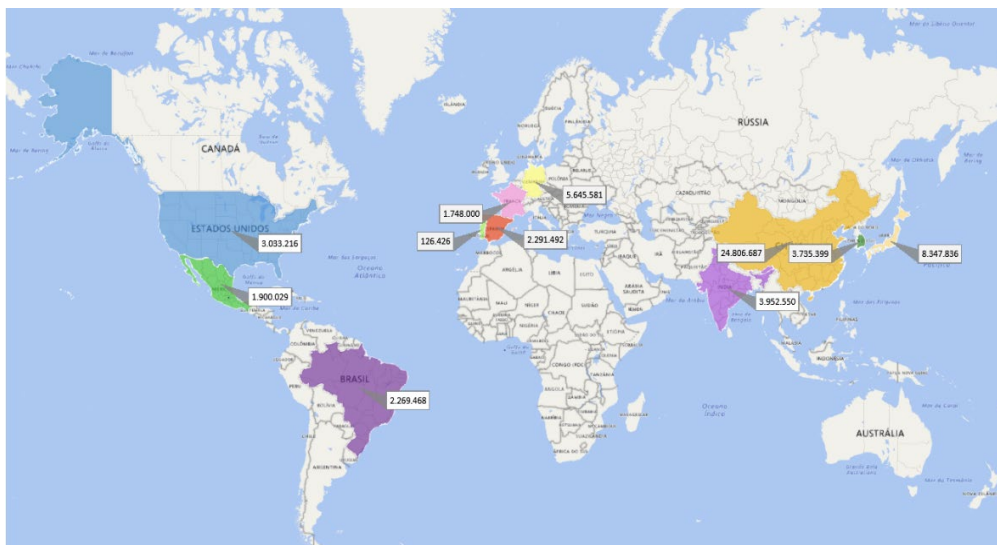


Figura 4 - Quantidade produzida de carros no ano de 2017

Fonte: Adaptado de [8]

No mapa da Figura 4, é possível observar os dez maiores produtores de carros a nível mundial no ano de 2017, estando a China em primeiro lugar, com uma produção de cerca de vinte e cinco milhões de carros. Em segundo lugar está o Japão, seguido da Índia, que apresenta um amplo desenvolvimento no setor automóvel. Portugal encontra-se no trigésimo quarto lugar, com produção de aproximadamente 127 mil carros no ano de 2017.

2.1.1 IMPORTÂNCIA DO SETOR NA ECONOMIA NACIONAL E MUNDIAL

A indústria automóvel é de grande relevância para o desenvolvimento social e das cidades. Antigamente, ter um carro era sinónimo de comodidade e de *status* social [9]. Atualmente, é um importante segmento da economia mundial, de forma que é preciso estar atento aos dados de vendas atuais e perspectivas futuras, ou seja, à forma como a procura irá evoluir no médio e longo prazo.

O setor automóvel constitui também um dos pilares da economia mundial. Por exemplo, a indústria automóvel produziu mais de setenta e três milhões de veículos automóveis em 2017. Este valor representou um volume de negócios global de um pouco mais de 2,3 triliões de euros, gerando aproximadamente oito milhões e quatrocentos mil empregos (Figura 5) diretamente na fabricação dos veículos [10].

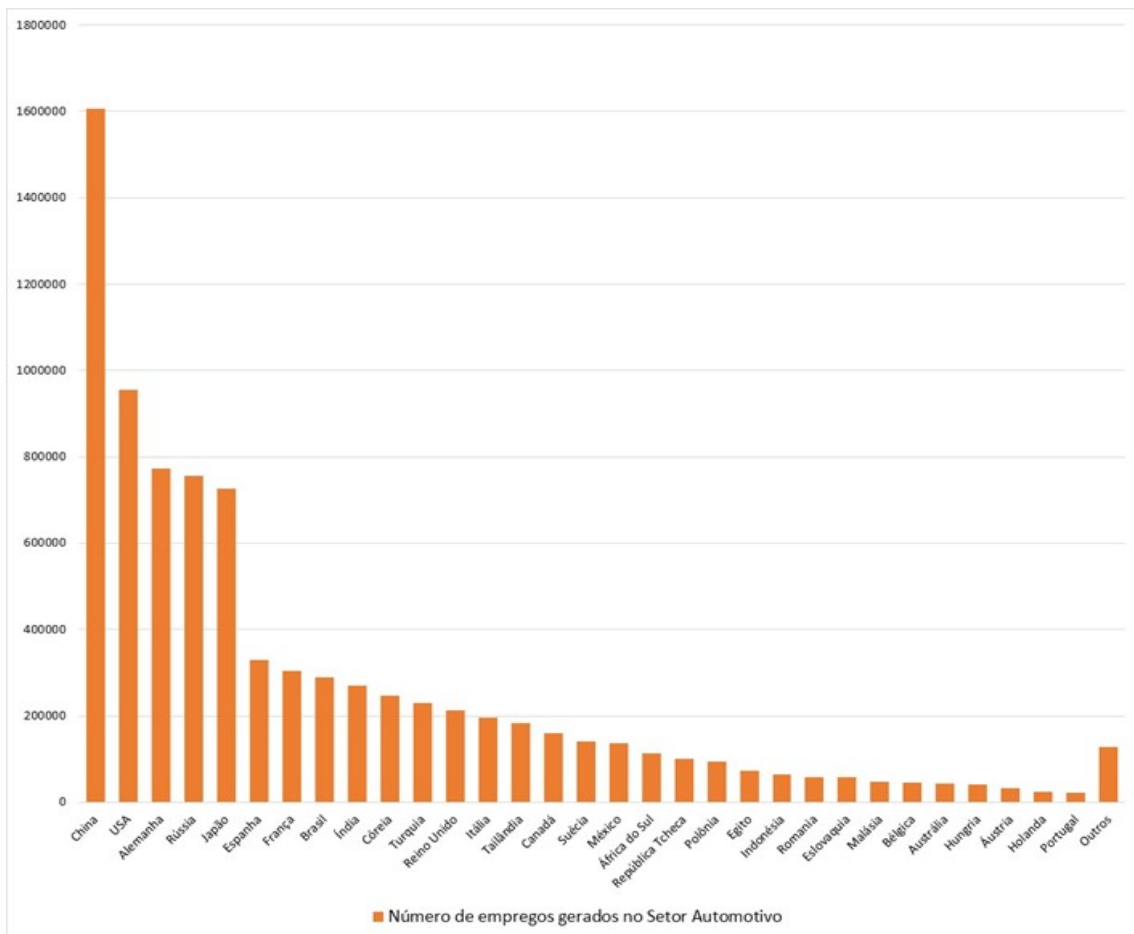


Figura 5 - Empregos gerados no setor automotivo por país no ano de 2017

Fonte: Adaptado de [11]

São investidos cerca de oitenta e cinco milhões de euros em pesquisa, desenvolvimento e produção no setor automóvel todos os anos. Cerca de quatrocentos e trinta bilhões de euros são gerados em impostos em vinte e seis países, como resultado da atividade industrial na área automóvel [12]. Dessa forma, os veículos não representam apenas uma comodidade para quem os utiliza, mas também uma forma de alimentar a economia global.

A Figura 6 representa as principais montadoras a nível mundial e a respectiva quantidade de carros produzidos nos anos de 2014, 2015 e 2016.

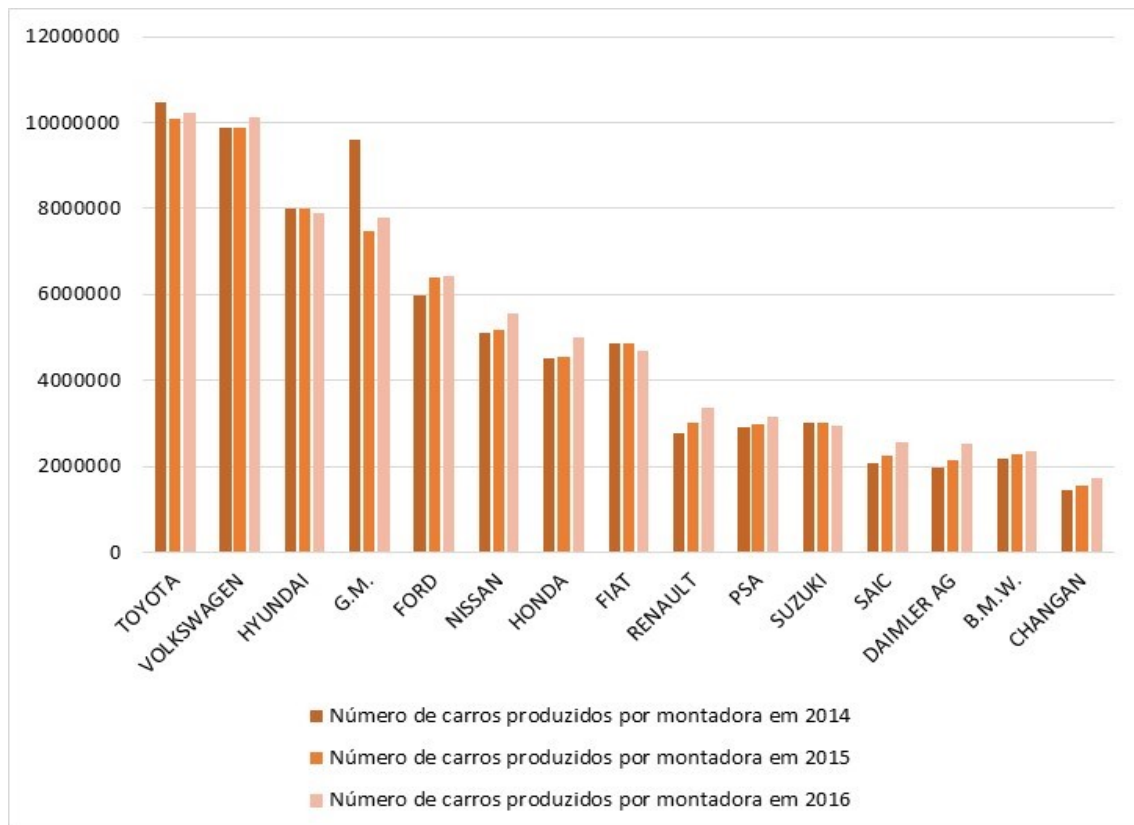


Figura 6 - Quantidade de carros produzidos pelas quinze maiores produtoras de automóveis
Fonte: Adaptado de [13] [14] [15]

O facto de alimentar a economia global pode ser observado na Figura 7, a qual representa os dados em bilhões de dólares, dos ganhos que as grandes potências mundiais lucraram referentes ao ano de 2011 com exportações e importações de veículos. Em primeiro lugar, o principal exportador do mundo foi a Alemanha, que nesse mesmo ano exportou um valor impressionante de U\$245,4 bilhões. Apesar de ter importado mais do que exportado, em segundo lugar esteve os Estados Unidos, recebendo a quantia de U\$211,6 bilhões e o Japão como terceiro colocado, lucrou a quantia de U\$150 bilhões [16].



Figura 7 - Dez maiores países exportadores de carros em 2011
 Fonte: [17]

No entanto, a indústria automóvel tem um comportamento cíclico em função dos ciclos económicos, e tem experimentado algumas dificuldades que não advêm apenas da entrada das marcas asiáticas no mercado global, mas também do facto de os mercados desenvolvidos estarem saturados. As vendas nos Estados Unidos, Europa Ocidental e Japão estão praticamente estabilizadas [18]. Apesar destes fatores, a Europa Ocidental tem apresentado um desempenho melhor, como se observa na Figura 8, devido à baixa incorporação de marcas japonesas e a uma melhor reorganização neste setor, facto que explica o porquê de apresentar um desempenho melhor que o dos Estados Unidos [18]. Por exemplo, em 2017 houve um aumento de 5% na produção europeia de automóveis, chegando ao volume de produção de 3,6 milhões de unidades [19].



Figura 8 - Produção mundial de automóveis por continente no ano de 2015 e 2016
 Fonte: [20]

No cenário nacional, em termos de indústria transformadora, a indústria automóvel é a terceira actividade mais relevante em termos económicos. Nos últimos anos, este setor sofreu algumas alterações, e uma delas foi a procura por mão de obra mais económica. Atualmente, existem cerca de vinte e três mil pessoas empregadas no setor automóvel [10] [21]. Segundo a Associação do Comércio Automóvel de Portugal (ACAP), até ao mês de abril de 2018, a produção nacional de veículos ligeiros já ultrapassou a casa dos oitenta mil [21].

A contribuição do setor automóvel para a economia portuguesa, representa 1% do total da economia deste setor do continente europeu [22], no que toca à produção e montagem final de viaturas automóveis. Segundo a *European Automobile Manufacturers Association (ACEA)*, em 2016, Portugal produziu aproximadamente oitenta e cinco mil carros (Figura 9) [23].

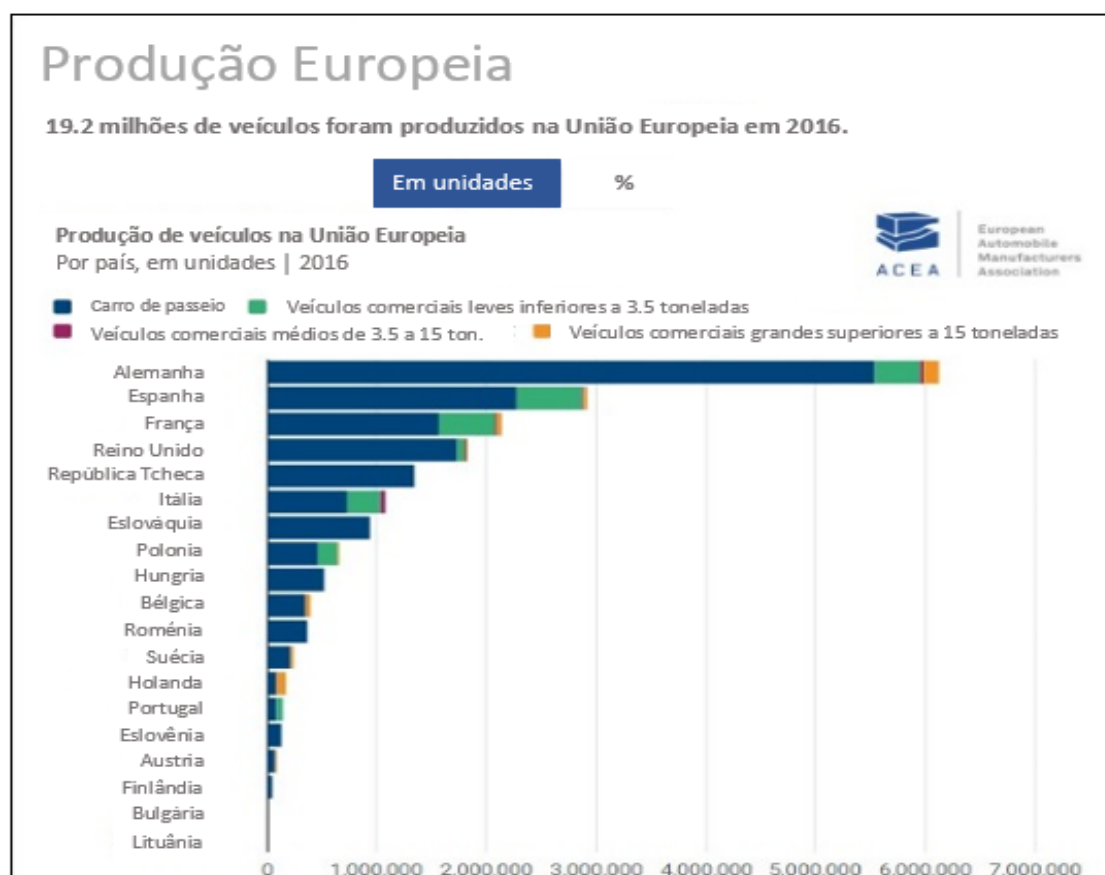


Figura 9 - Produção de veículos por países da União Europeia no ano de 2016
Fonte: [24]

Segundo a Divisão de Peças e Acessórios Independentes (DPAI), Portugal contribui, através do Setor de Peças e Acessórios Independentes (SPAI), com vinte e uma mil empresas no setor, cinquenta mil e duzentos postos de trabalho em todo país e gera um bilião e novecentos mil euros em volume de negócios [25].

2.1.2 PILARES DA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

Para um sólido crescimento de uma indústria de componentes de automóvel, é necessário que se construa um desenvolvimento assente em três pilares principais (Figura 10), sendo a competitividade um importante diferencial que a empresa oferece. O segundo pilar é a qualidade final do produto, e o terceiro envolve respeitar o prazo de entrega estipulado pelo cliente [26].

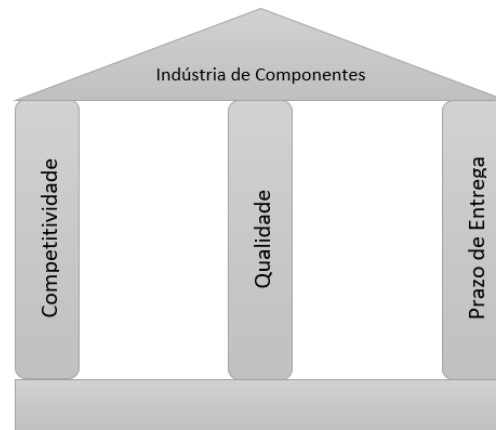


Figura 10 - Os três pilares da indústria de componentes para automóvel
Fonte: Autoria própria

Diante de um cenário tão competitivo, é preciso estar em constante atualização e inovação para se manter no mercado e conquistar novos clientes. A indústria automóvel é uma das primeiras a adaptar-se e atualizar-se com novos modelos de gestão. Por isso, a criação de um novo modelo industrial, a chamada Indústria 4.0, veio trazer benefícios às empresas e aos seus clientes, estabelecendo novas oportunidades de negócios, como a redução de custos, sistemas mais sofisticados e atendimento aos pedidos customizados dos clientes, de forma mais ágil [27]. Neste sentido, a indústria automóvel tem vindo a incorporar novos desenvolvimentos tecnológicos observados na Figura 11.

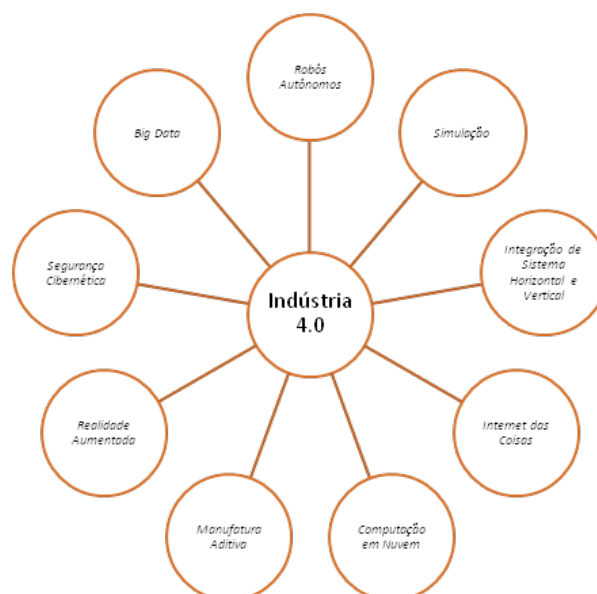


Figura 11 - Principais conceitos abordados na Indústria 4.0
Fonte: Adaptado de [28]

Para essas tecnologias funcionarem em conjunto com este último modelo de indústria, é necessário que três principais características sejam respeitadas: a integração horizontal a partir da cadeia de valor, a integração vertical e fabricação em sistema de rede e, por fim, a integração digital em toda a cadeia de valor [29].

A indústria 4.0, visa interconectar e informatizar indústrias tradicionais, para aprimorar a sua adaptação de acordo com este novo cenário e otimizar o uso eficiente dos seus recursos. Sabe-se que, atualmente, os colaboradores e máquinas não funcionam perfeitamente sincronizados. A ideia é aumentar essa conectividade, por meio do fornecimento de dados da produção em tempo real, a que os gestores possam ter acesso a qualquer momento. Baseando-se sempre em novas tecnologias e em seus clientes, a empresa acaba por se destacar e aumentar a sua competitividade no mercado [30].

Neste padrão de indústria, torna-se possível produzir produtos altamente personalizados, não necessariamente produzidos em massa, com eficiência e rentabilidade, reduzindo o índice de falhas e aperfeiçoando o controle de qualidade, sem perder a qualidade e obtendo uma redução nos custos [29] [31] [28]. Algumas das criações deste novo modelo podem ser observadas na Figura 12. A inserção neste modelo é mais fácil do que muitas empresas imaginam, uma vez que a tecnologia por ela utilizada já está amplamente desenvolvida [27].

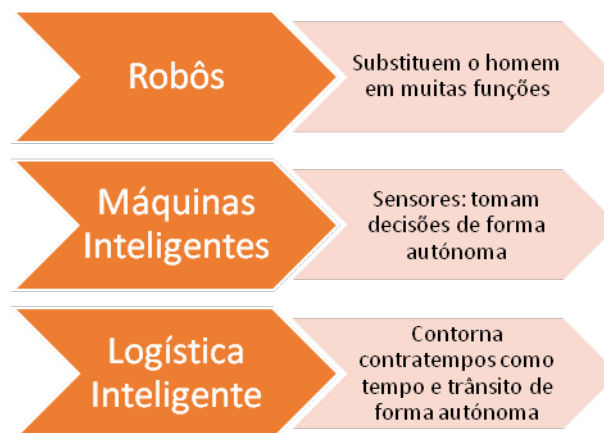


Figura 12 - Implementações da Indústria 4.0
Fonte: Adaptado de [32]

Dessa forma, com a modernização da sua produção, a empresa torna-se mais competitiva diante de um mercado cada vez mais exigente em termos de tecnologia e valor. Além disso, ela tem a função de otimizar o desempenho operacional, atender o cliente no tempo e na quantidade certa e, como resultado, obter uma redução nos custos de produção [33].

Outro fator importante que fortalece ainda mais a competitividade, é que esta nova referência, além de aumentar a complexidade, flexibilidade e eficiência, ainda se preocupa com o meio ambiente [34]. Um dos aspectos sustentáveis por ela desenvolvido, é justamente a otimização do uso de recursos, por exemplo, produtos,

matéria prima, energia e água, como forma de aumentar a produtividade e reduzir custos [27] [35]. O mercado exige cada vez mais responsabilidade social às empresas, as quais necessitam de possuir os seus sistemas de gestão ambiental devidamente elaborados, sendo posteriormente auditados e certificados.

Atualmente, em qualquer tipo de indústria, é de suma importância que se atenda aos critérios de desempenho (sejam eles: qualidade, prazo ou custos), e, dessa forma, é possível criar inovações, agregando valor ao produto final e respondendo às expectativas do cliente [36]. Na indústria automóvel não será diferente. Num mercado cada vez mais dinâmico e competitivo, é imprescindível que se adote um sistema de gestão da qualidade. Essa estratégia é uma decisão que pode auxiliar no comportamento geral da empresa e construir um caminho para produções baseadas num desenvolvimento sustentável [37].

Pensando nestes aspectos, a Organização Internacional de Normalização, da sigla ISO (*International Organization for Standardization*), criou uma norma para assegurar que certos requisitos impostos pela organização para um melhor desempenho, estão sendo respeitados. A chamada ISO 9001 abrange a “Gestão da qualidade e garantia da qualidade” [38]. A partir dessa, uma nova norma foi criada para detalhar ainda mais os requisitos específicos dos clientes e focar o mercado de aplicação/atuação dessa norma no setor automóvel [39]. Designada por *International Automotive Task Force* (IATF) 16949, essa norma fornece um conjunto de orientações necessárias, incluindo técnicas e métodos para a elaboração de uma peça e também para todo o processo produtivo automóvel mundial, considerando os requisitos específicos de cada cliente [40]. Os objetivos desta norma são descritos na Figura 13.

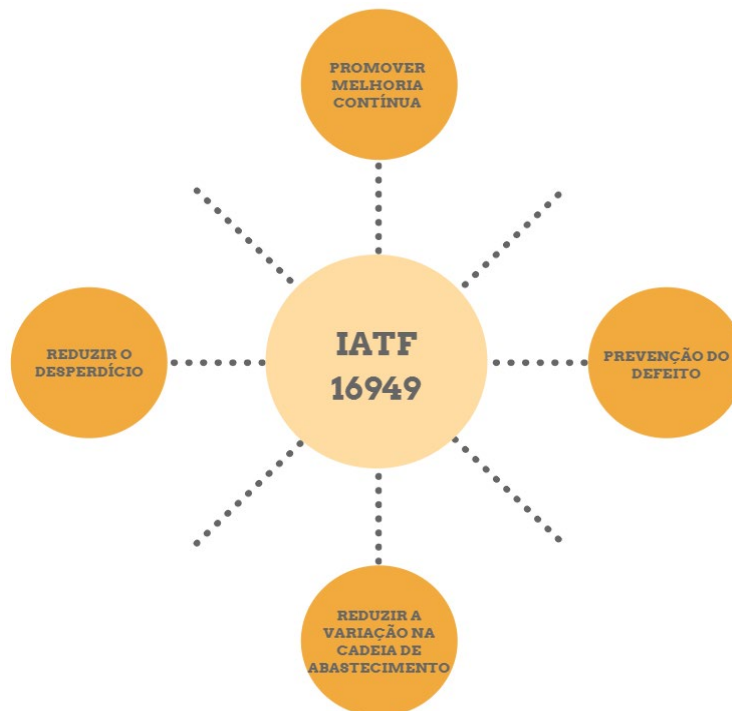


Figura 13 - Objetivos da norma IATF 16949
Fonte: Adaptado de [41]

Diferente da proposta da ISO 9001, que visa produzir produtos ou serviços que satisfaçam as exigências regulamentares aplicáveis, bem como as especificações do cliente, aumentando a sua satisfação, a IATF 16949 está focada em toda a cadeia de abastecimento do setor automóvel [38] [40].

Além da norma que abrange toda a forma de produção de uma empresa, há ainda os requisitos específicos do cliente, os CSR's (*Customer Specific Requirement*). Tais requisitos são utilizados como um suporte específico para definir as características internas, ou até mesmo o *design* no qual os engenheiros de projeto se devem basear para respeitar alguma especificidade do cliente. Obviamente, quando o cliente faz alguma exigência que se diferencia da produção habitual da empresa, isso acarreta um custo adicional, porém atenderá a todas as expectativas esperadas [42].

O fornecedor estabelece um importante papel na empresa, pois ele possui participação no prazo de entrega, na qualidade e, por fim, nos custos [43]. Por isso, atualmente as empresas dão preferência em estabelecer fortes vínculos com o número mais reduzido possível de fornecedores, para que a relação se estreite e um dependa e respeite acordos (como preço, prazo de entrega e qualidade) firmados com o outro [44].

2.1.3 AUTOMATIZAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

A indústria automóvel enfrentou uma queda nos lucros no final dos anos 1960, devido à crise do paradigma técnico-económico da produção em massa. Essa crise aconteceu principalmente nos países desenvolvidos, em consequência da saturação do setor de bens duráveis de consumo “padronizados” [45]. Para enfrentar este cenário, novas tecnologias foram desenvolvidas e novas medidas foram adotadas. A indústria passou a estabelecer outras estratégias para permanecer no mercado, por exemplo, ao reduzir os custos de produção, trabalhar com uma maior flexibilidade e agilidade na resposta ao cliente, investir na qualidade do produto, entre outras [46].

Com o passar dos anos, a automação tem invadido inúmeros tipos de indústrias, principalmente na área automóvel, o que tem permitido um aumento na quantidade e qualidade das peças produzidas [47]. Se há um aumento na quantidade e qualidade das peças produzidas, consequentemente, há um aumento na eficiência e produtividade ligadas à produção de automóveis, proporcionando um diferencial para a empresa diante de um mercado cada vez mais competitivo [48].

Apesar do alto custo necessário para se investir na automatização de uma linha produtiva, os benefícios são evidentes, já que proporciona uma maior eficiência na execução das atividades, uma maior confiabilidade e precisão relativamente aos trabalhos manuais, redução no número de funcionários, incremento da segurança dos trabalhadores, entre outras vantagens que advém destes e de outros fatores [48].

No setor automóvel, as novas tecnologias como a Indústria 4.0 propicia, são muito importantes para o seu avanço, já que os trabalhadores podem operar com uma maior gama de modelos de carros, reduzindo o índice de falhas, aperfeiçoando o controlo de qualidade e, principalmente, reduzindo custos [28].

2.2 LINHA DE PRODUÇÃO/MONTAGEM

2.2.1 CONCEITO DE ABASTECIMENTO À LINHA

Em qualquer indústria, o abastecimento e levantamento de produto acabado, pode ser realizado de forma manual ou através de um sistema automatizado [49].

O sistema automatizado requer, quase sempre, altos investimentos e possui baixa flexibilidade, uma vez que tanto o abastecimento quanto o levantamento, são realizados por veículos ou equipamentos que os transportam automaticamente, muitas vezes sem poder fazer qualquer alteração [50].

No sistema manual, por mais que necessite da mão de obra, existe um recurso chamado *mizusumashi* (comboio logístico interno). O uso deste recurso é benéfico, dado que ele possui uma alta versatilidade [50]. Por exemplo, no caso de transporte de produto acabado, pode existir uma alteração no tipo de embalagem a ser utilizada, uma linha com prioridade a ser atendida e/ou realizar uma alteração na rota de abastecimento ou na quantidade de embalagens a ser utilizada. Esses e outros eventos podem ser facilmente contornados pela ferramenta do comboio logístico interno.

Além destes benefícios, é possível constatar que o abastecimento manual com o uso de um empilhador, requer muito mais tempo que o sistema automatizado, por exemplo, visto que o processo é mais lento e realizado individualmente, ou seja, atende apenas uma linha de produção por trajeto. Por sua vez, o processo manual, com o uso do comboio logístico, consegue em apenas um percurso, fazer tanto o abastecimento como o levantamento de produtos, de uma única vez e de várias linhas. Na Figura 14 é possível notar o número de vezes que os operadores do empilhador e do comboio logístico tiveram que realizar o percurso entre o armazém e o local de entrega, para fazer o levantamento e abastecimento de produto acabado de três linhas.

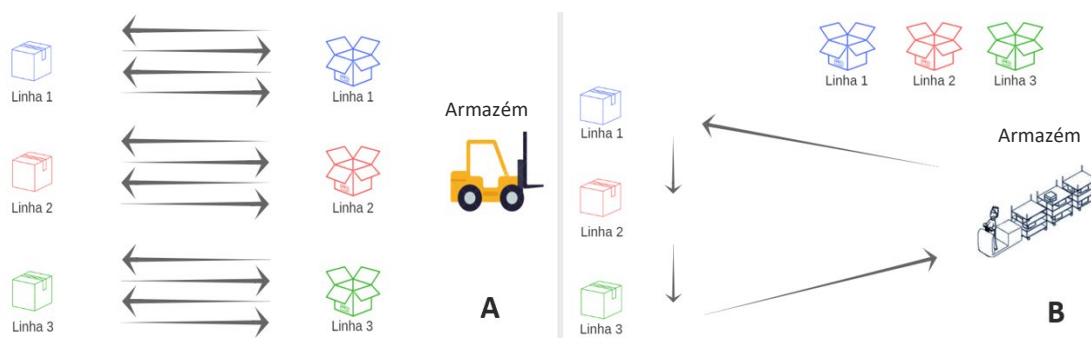


Figura 14 - Dois tipos de transporte de produto de materiais: empilhador (A) e *mizusumashi* (B)
Fonte: Autoria própria

O comboio logístico interno, ou *mizusumashi*, é um sistema que necessita apenas de um veículo e de um operador para o seu funcionamento. A distribuição feita desta maneira, garante que o produto chegue na hora e na quantidade desejada [51].

Essa ferramenta, especialmente no setor automotivo, é mais interessante que o uso de um empilhador, na medida em que, ao atrelar diversos vagões, o comboio numa única volta pelo percurso, consegue abastecer e levantar embalagens de mais de uma linha [52], otimizando a logística, pois geralmente são materiais de grandes dimensões.

Dessa forma, minimiza-se gastos com deslocamento, otimiza-se a mão de obra e aproveita-se melhor o tempo. Um ganho considerável para a empresa é que, ao utilizar esta ferramenta, o processo de atendimento às linhas, quer seja produto acabado, quer seja matéria prima, torna o processo mais organizado [53]. Algumas das vantagens que este tipo de recurso proporciona estão descritas na Figura 15.

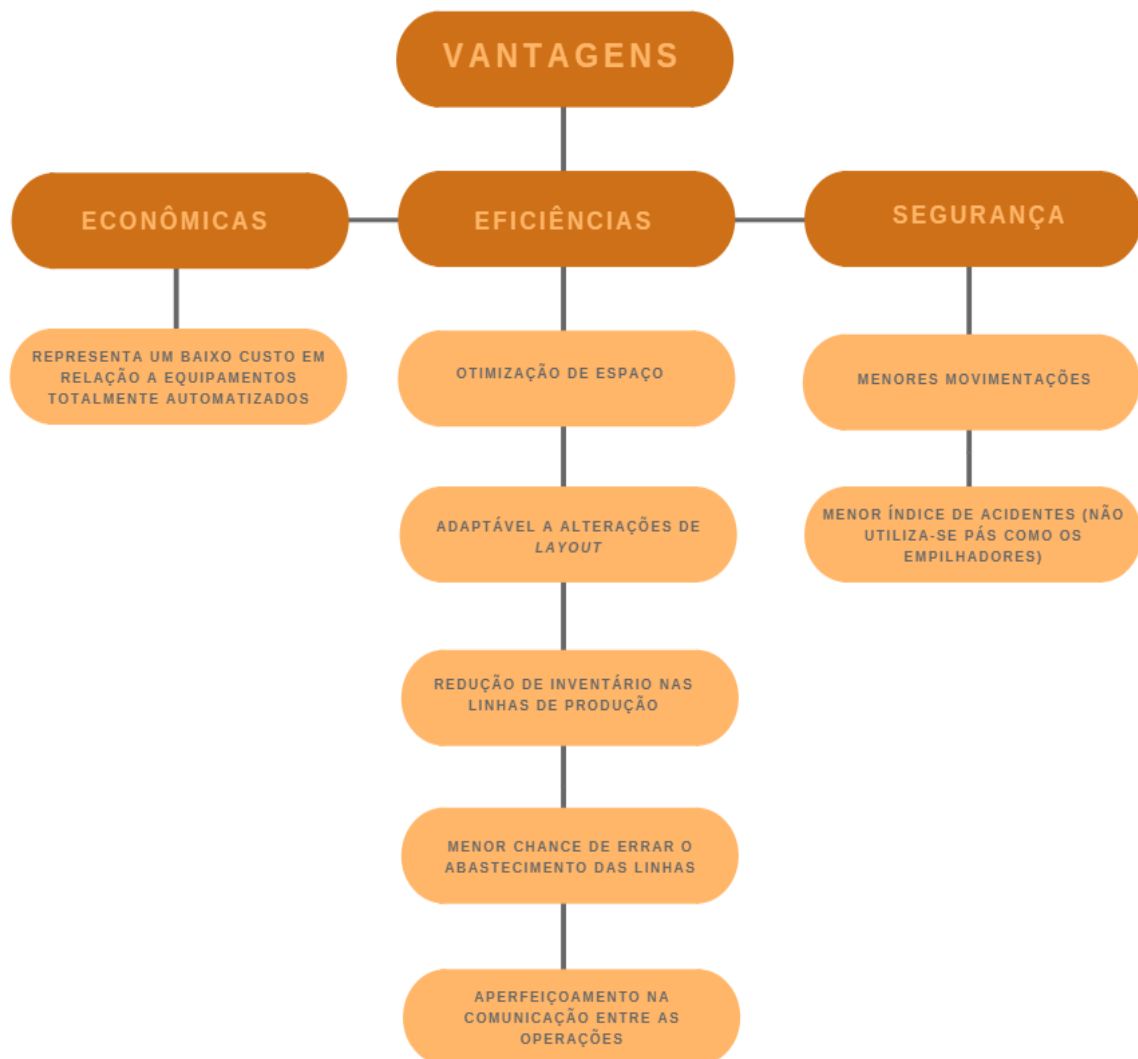


Figura 15 - Vantagens da implementação do sistema *mizusumashi* no transporte de mercadorias na produção
Fonte: Adaptado de [54] [55]

2.2.1.1 DEFINIÇÃO DE ROTA DE ABASTECIMENTO

O transporte é considerado um dos sete desperdícios – como será visto no próximo capítulo –, pois ele não agrega valor ao produto final. No ambiente industrial, eliminar todos os transportes é uma tarefa impossível. Para o bom funcionamento de uma empresa, é importante organizar o que e quando será transportado, para que não haja falhas ou interrupções na produção. Em um sistema eficiente, todas as embalagens, sejam de matéria prima ou produto acabado, devem ter locais predefinidos e sinalizados, de forma a auxiliar na gestão visual. Assim, é mais fácil ter um maior controle sobre a quantidade e o local exato onde deverá ser deixada e levantada tal embalagem [56].

Calculada a necessidade de cada componente, é preciso elaborar a forma como se transportará as embalagens. Através da ferramenta do comboio logístico, a quantidade a ser transportada é superior, se comparada a um empilhador. Sendo assim, é possível minimizar parte do desperdício no transporte e aperfeiçoá-lo [56]. Para otimizar a ferramenta do comboio logístico é fundamental realizar um estudo sobre a rota na qual o *mizusumashi* irá percorrer. A Figura 16 representa a sequência de atividades a ser seguida de forma a melhorar o desenvolvimento do transporte.

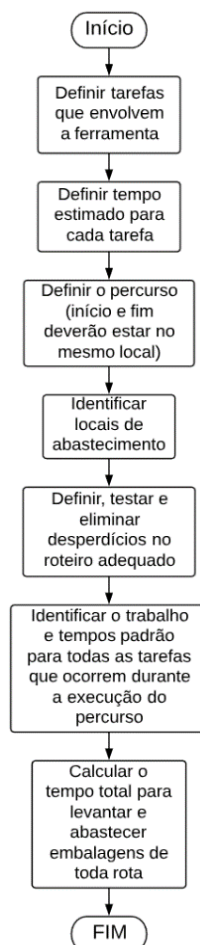


Figura 16 - Sequência de atividades para elaboração do *mizusumashi*

Fonte: Adaptado de apud [57]

Vale a pena ressaltar que tanto o operador do comboio de matéria prima, quanto o de produto acabado, não devem recolher embalagens incompletas. Ou seja, só deverá repor embalagens vazias (no caso de matéria prima) ou cheias (no caso de produto acabado), e não deverá passar peças ou componentes de uma embalagem para a outra [58].

Cada empresa terá um ciclo de abastecimento, de acordo com a necessidade de sua produção. O trajeto percorrido pelo comboio deverá ser demarcado no chão, bem como as zonas de paragens. Dessa forma, evita-se que ocorram acidentes tanto com pessoas, quanto com outros comboios ou obstáculos [58].

2.2.2 BALANCEAMENTO DE LINHAS

Um sistema de produção pode ser classificado de duas formas: em massa ou em lotes [59]. No sistema em massa, a produção está voltada para produzir em grande volume, já na produção em lote, produz-se em menores quantidades [60]. Num sistema moderno de produção, um balanceamento da linha de montagem é fundamental para ter uma produção eficaz e eficiente, e um futuro promissor. Henry Ford foi o primeiro a introduzir este sistema em suas fábricas de automóveis [61] [62].

O balanceamento de linha de montagem é um processo cuja função é otimizar e atribuir tarefas às estações dentro de uma linha de montagem, para atender à taxa de produção necessária [63]. Linhas de produção sem um balanceamento, ou seja, desequilibrada, pode gerar um alto custo operacional para a empresa, como por exemplo, um custo de manutenção de equipamentos, aquisição de ferramentas, mau uso da mão de obra, entre outros gastos desnecessários [61].

Outro aspecto a ser analisado é o *layout* da linha de montagem, pois ele deve considerar minimizar o número de postos de trabalho e equilibrar o volume de trabalho entre eles [60]. Ao optar por instalar uma linha de montagem, a empresa leva em consideração dois aspectos [62]:

1. O investimento que terá que ser feito por parte da gerência, por exemplo, com prevenção e/ou manutenção de equipamentos, aquisição de novas ferramentas, contratação de um projetista, entre outros custos necessários;
2. O tempo que levará para tal intervenção, uma vez que afetará a produção da empresa, pois possivelmente ela terá que parar de produzir, gerando uma redução na produtividade e, conseqüentemente, nos lucros.

Cabe à gerência da empresa estudar o número de trabalhadores e suas funções dentro da linha de montagem, de forma a otimizar o uso das suas instalações e da sua produção, aumentando o rendimento e diminuindo os custos [64].

2.3 GESTÃO DA PRODUÇÃO

2.3.1 CONCEITO DE FLUXO DE MATERIAIS

Por meio da expansão comercial, uma das características importantes que uma empresa tem que ter para se manter no mercado, é a competitividade. Um dos aspectos mais importantes para uma organização, e que está vinculado a essa característica, é o fluxo de materiais. Com o objetivo de manter ou ampliar essa característica, é realizado um aperfeiçoamento das práticas aplicadas ao fluxo de materiais, em conjunto com outras práticas desenvolvidas na gestão de uma empresa [65].

A essência do conceito de logística é entregar, sejam produtos ou serviços, na hora certa, no local certo, na quantidade certa e a um preço justo. Para que este sistema funcione adequadamente desta forma, um fluxo de materiais eficiente é fundamental [66].

Na cadeia de abastecimento há uma parte responsável em planejar, implementar e controlar o fluxo e armazenamento de bens, serviços e informações relacionadas, desde o início do projeto para a produção, até o ponto final, que é responder às expectativas dos clientes. Essa parte, recebe o nome de fluxo de material [67].

O fluxo de informações circula, tanto para frente, como para trás dentro de uma empresa, ou seja, do cliente para o fornecedor e do fornecedor para o cliente. Por sua vez, o fluxo de materiais flui do fornecedor para o cliente (Figura 17). Por isso, é de extrema importância ter um fluxo de informação bom e em adequado funcionamento, para que não prejudique a sua correlação com o fluxo de materiais, que é fundamental para o crescimento de uma empresa [68].

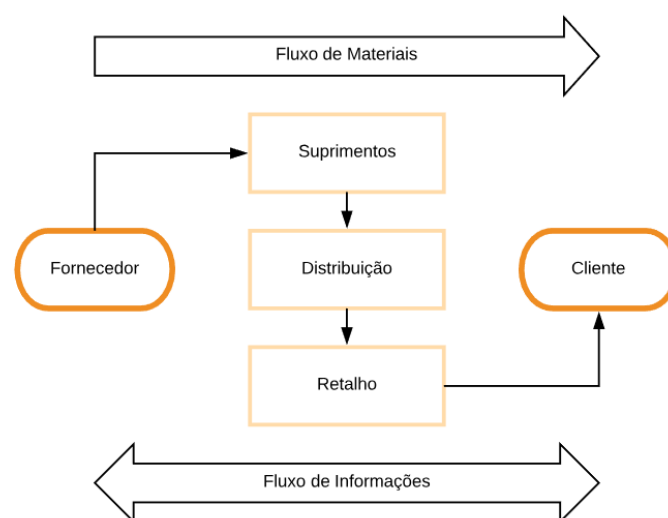


Figura 17 - Diagrama do fluxo da cadeia de abastecimento
Fonte: Adaptado de [69]

É com a integração de ambos os fluxos que as funções dentro de uma empresa se conectam, desde o planejamento, coordenação e controlo de materiais e peças, até a entrega dos produtos acabados ao cliente final. Para que toda essa gestão funcione, dentro e fora da empresa, uma cadeia de abastecimento eficaz estabelece uma relação com fatores internos e externos [70]. Para o funcionamento eficiente e eficaz de uma cadeia de abastecimento, é necessário que quatro pilares possuam altos níveis de certeza, são eles: oferta, processo, procura e controlo [71].

Ao analisar e otimizar o fluxo de materiais de uma empresa, acaba-se por atingir uma das metas da empresa: reduzir os gastos com a produção. Um fluxo de materiais mal-organizado pode resultar num custo líquido muito alto, em uma produção irracional e em fluxos excessivos [72].

A partir do fluxo de materiais, é possível identificar dados como a preparação e controlo dos dados das tarefas planejadas em todo sistema de produção. Esta identificação permite [73]:

1. Controlar e gerir a qualidade do processo de produção;
2. Proporcionar uma maior confiabilidade das máquinas e equipamentos;
3. Otimizar a utilização da capacidade das máquinas;
4. Gerir inventários e ferramentas;
5. Visualizar e otimizar o custo de produção;
6. Aumentar a produtividade do trabalho;
7. Solucionar as reclamações e satisfazer seus clientes.

Ao identificar o fluxo de material, é possível [73]:

1. Aumentar a produtividade;
2. Aumentar a qualidade da produção;
3. Diminuir perdas produtivas;
4. Economizar nos custos de materiais;
5. Diminuir o volume de *stock*;
6. Melhorar a informação para a gerência;
7. Obter uma vantagem estratégica;
8. Aumentar a produtividade do sistema logístico de produção.

2.3.2 CONCEITO DE *LAYOUT*

Com o passar dos anos, o arranjo físico das empresas, que antes era tido como uma organização baseada na intuição, desenvolveu-se, aperfeiçoou-se e passou a ter uma série de conceitos desenvolvidos e novas técnicas de visualização e otimização.

Arranjo físico nada mais é do que o modo como os recursos (máquinas, equipamentos, pessoas, instalações, entre outros) utilizados na produção de um produto ou serviço devem estar dispostos [74] [75]. Essa gestão é importante na medida em que a ordem como o ambiente está organizado, determina o caminho que os recursos percorrerão ao longo das operações [74]. Seja uma pequena ou uma grande intervenção, com um

baixo ou um alto investimento, é importante realizar essa análise, uma vez que o *layout* afeta diretamente os custos e a eficiência da produção [76].

Mesmo existindo particularidades para cada empresa, quatro tipos [77] de organização foram desenvolvidas, são eles: *layout* posicional, por processo, celular e por produto (Figura 18).

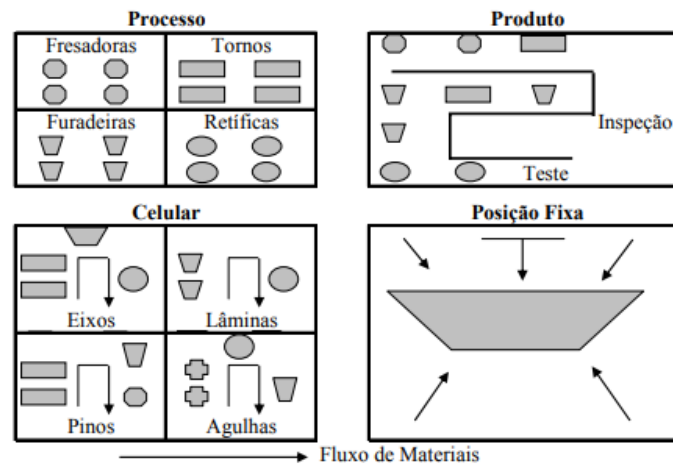


Figura 18 - Exemplos dos quatro modelos de *layout*
Fonte: Apud de [77]

Posteriormente, para aperfeiçoar e adequar a certos tipos de produção, um quinto modo foi desenvolvido: *layout* misto. Suas características são detalhadas na Figura 19 [76].

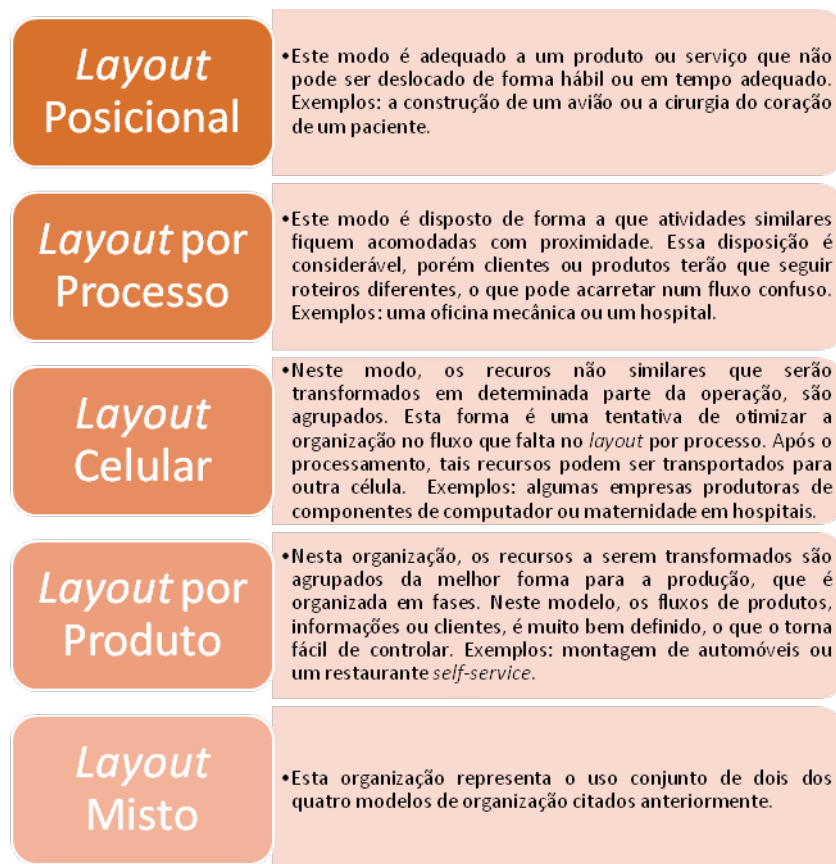


Figura 19 - Características referentes aos cinco tipos de arranjo físico
Fonte: Adaptado de [76] [78]

Dependendo do *layout* selecionado e do fluxo entre as etapas em um processo produtivo, é possível aperfeiçoar ainda mais a organização, escolhendo a disposição dos recursos necessários para a produção. Elas podem estar dispostas em série, em “U” ou em formato serpentina [78], como se observa na Figura 20.

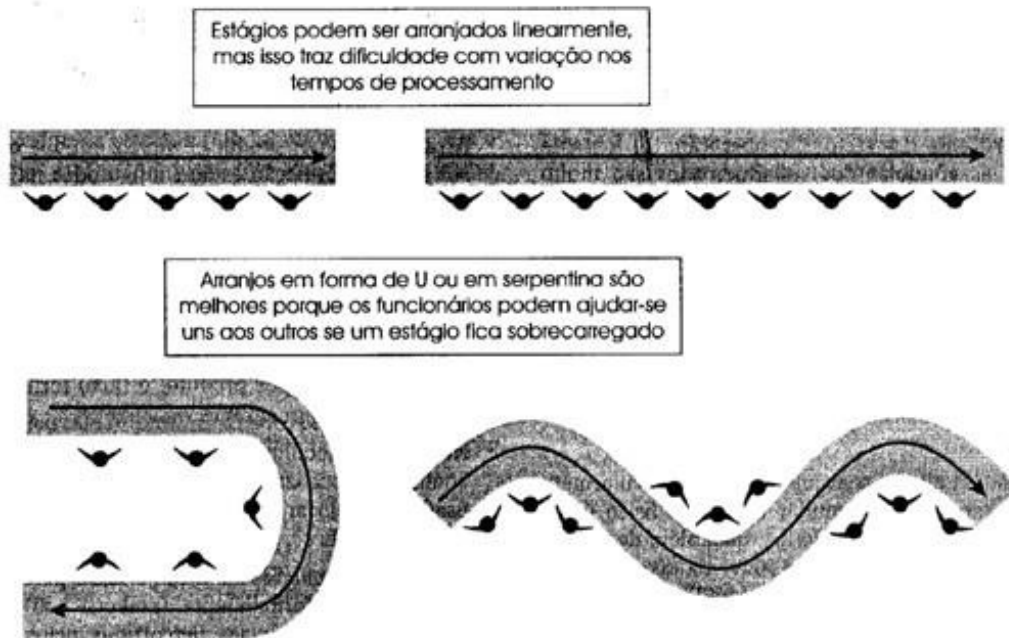


Figura 20 - Disposição dos recursos dentro de um modelo de *layout*
Fonte:[78]

As linhas dispostas em série, para certos sistemas, podem não ser uma boa opção, pois são bastante inflexíveis, enquanto as linhas dispostas em “U” ou em serpentina, podem fornecer um melhor equilíbrio de volume de trabalho entre os postos. Estes modelos apresentam certas vantagens em relação ao modelo linear, porque possuem uma maior possibilidade de combinações entre os postos de trabalho, além de melhorar o aproveitamento do funcionário, pois este pode gerenciar mais de um posto de trabalho [60] [79].

2.3.3 CONCEITO DE OPTIMIZAÇÃO DE OPERAÇÕES

Uma característica importante para uma empresa sobreviver no mercado atual é a competitividade. Através dela, é possível apresentar diferenciais em produtos ou serviços por um preço justo. Para cumprir isso, é necessário que a organização apresente uma excelente eficiência produtiva [80].

Essa eficiência produtiva relaciona a capacidade máxima de um equipamento e a capacidade produtiva real. Através dessa relação, é possível observar quais os fatores que influenciam indireta e diretamente, e que interferem nos efeitos desejados [80].

Entende-se por processo, as atividades envolvidas e seu modo de execução, para se alcançar o resultado esperado, seja um produto ou um serviço [81]. Os processos possuem um sistema bem definido, que pode ser dividido em início, meio e fim. Dessa

forma, o seu desempenho pode ser mensurado e, a partir de análises, propor ações de melhoria que auxilie a empresa e satisfaça ainda mais o cliente final [82].

Através da divisão e do entendimento de quais processos envolvem determinado produto ou serviço, é estabelecida uma ordem de quais os processos que devem ser priorizados. Essa ordem existe, para que os processos mais críticos, seja por uma execução ineficiente ou por ser uma parte importante relacionada com a estratégia da empresa, sejam analisados primeiramente, por necessitarem de uma maior dedicação.

É a partir deste sistema, como um todo, que é possível analisar e propor uma otimização nos processos. Essa otimização é definida como uma reconfiguração no processo, seja investindo em uma nova tecnologia e/ou alterando suas regras e procedimentos, promovendo uma maior produção, com maior qualidade e um uso mais controlado dos recursos necessários [83].

Para auxiliar esta otimização, podemos contar com algumas ferramentas desenvolvidas para esta melhoria, entre elas o PDCA. Composto por quatro etapas, o chamado ciclo PDCA é utilizado para coordenar as atividades, começando por um planejamento, posteriormente por uma ação, passando por um controle, por uma implementação, e iniciando o ciclo novamente, sempre buscando um aperfeiçoamento das atividades [84].

Na Figura 21 é possível observar quais e como são as etapas que compõem o ciclo PDCA. A verificação e a constante interação das quatro etapas, são elementos importantes para gerir os processos de uma empresa, além de representar uma forma de melhoria contínua [85].

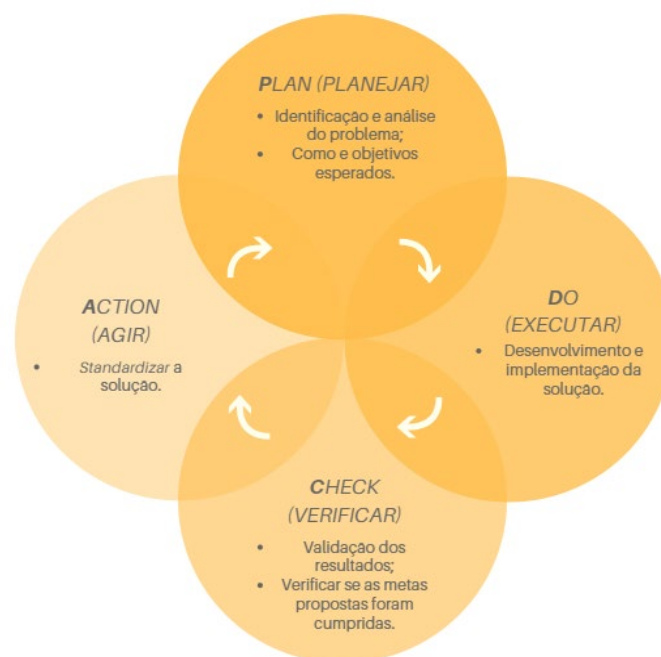


Figura 21 - Descrição das etapas do ciclo PDCA
Fonte: Adaptado de [86] [87]

2.3.4 CONCEITO DE DESPERDÍCIO

Na indústria automóvel, principalmente com o avanço tecnológico e o aumento do consumo, houve a necessidade de otimizar o modo de produção. A primeira grande mudança, foi passar da produção artesanal, para a produção em massa. Já a segunda mudança, foi otimizar a produção em massa, passando a produção *Lean* [88]. Na Tabela 2 é possível verificar algumas das diferenças entre os três modelos de produção.

Tabela 2 - Principais diferenças entre os três modelos de produção
Fonte: Adaptado de [89]

	ARTESANAL	MASSA	LEAN
CUSTO	Alto	Reduzido	Super Reduzido
VOLUME DE PRODUÇÃO	Individual	Alto	De acordo com o pedido
PRODUÇÃO	Uma peça de cada vez e sem padrão	Em massa e com baixa diferenciação e customização	Flexível, com redução de inventário e elevada customização
QUALIDADE	Baixa qualidade e confiabilidade	Produtos duráveis e confiáveis	Alta, zero desperdício e melhoria contínua
MÃO DE OBRA	Altamente especializado e qualificado	Semiespecializada	Qualificado e multifuncional
FERRAMENTAS	Simples e flexíveis	Máquinas caras e pouco versáteis	Necessárias

Este último tipo de mentalidade requer menores *lead times*, buscando sempre ter uma melhor qualidade e com um baixo custo, através do aprimoramento do fluxo produtivo, via eliminação dos desperdícios [90].

E foi neste último modelo de produção que o engenheiro Taiichi Ohno, considerado o maior responsável pela criação do Sistema Toyota de Produção (TPS), identificou os sete desperdícios (Figura 22). Desperdício é tudo o que não acrescenta valor ao produto final, ou seja, o cliente não quer pagar por isso. Através da produção *Lean*, Taiichi Ohno identificou que tais desperdícios não agregavam valor ao produto final e precisavam ser imediatamente eliminados da produção [91].

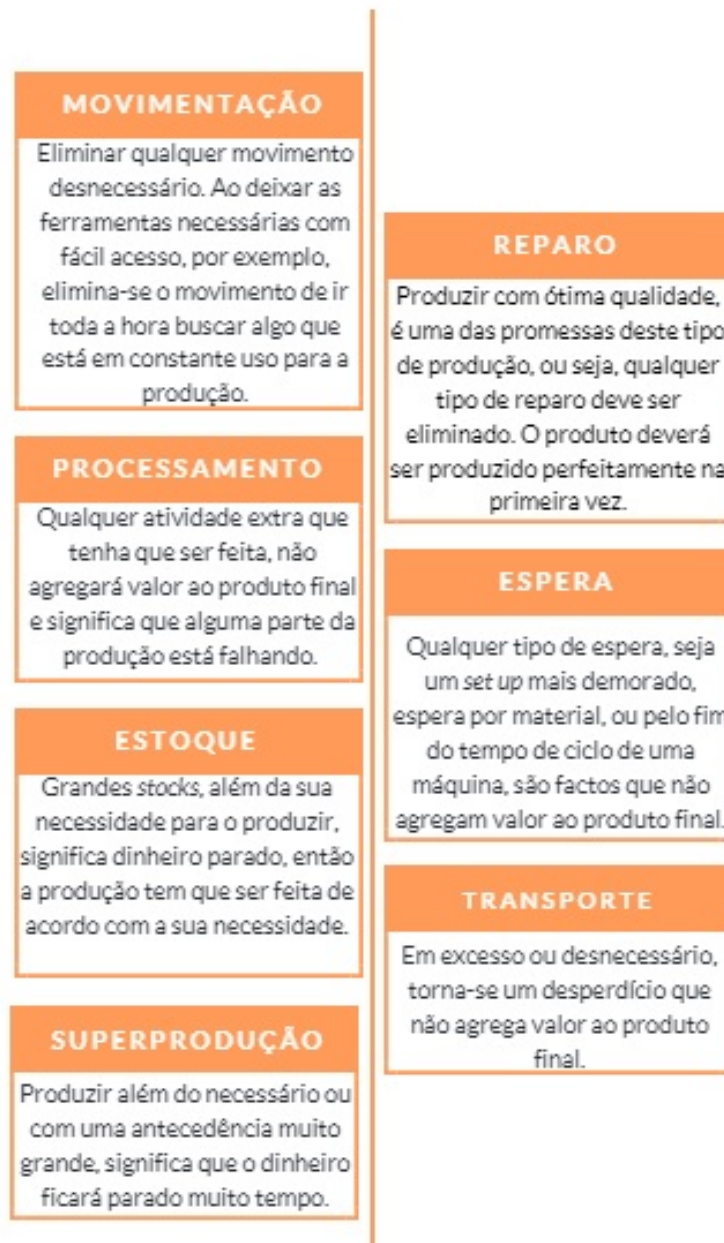


Figura 22 - Os sete desperdícios de Taiichi Ohno
Fonte: Adaptado de [92]

Outro gasto que não está nos sete desperdícios de Taiichi Ohno, considerado como oitavo desperdício, é o intelectual. Este desperdício é aquele em que a empresa não aproveita a capacidade de seu funcionário positivamente, em algo que vá melhorar o desempenho da produção [93].

Dessa forma, entende-se que o desperdício não diz respeito apenas às atividades humanas, mas também ao uso indevido dos recursos disponíveis. Isso representa um aumento dos custos, dispêndio de mais tempo na produção e é algo que o cliente não valorizará, ou seja, ele não pagará por isso.

2.3.5 CONCEITO DE MELHORIA CONTÍNUA

O conceito de melhoria contínua é uma expressão que se tornou comum no meio empresarial nos últimos anos, como um fator diferencial para a empresa.

Ao começar a falar em melhoria contínua, é importante referir um termo relevante para a produção, seja de produto ou serviço, que é qualidade. A qualidade de um produto ou de um serviço é quando estes cumprem as suas especificidades, e é ainda melhor quando supera as expectativas do cliente [94].

Além da qualidade, outros fatores determinam também o grau de satisfação de um cliente: preços e serviços. Porém, a qualidade ainda é tida como prioridade na produção. Por isso, para que um negócio dê certo, é importante dedicar-se, através de um processo de melhoria contínua, à eliminação de desperdícios e à evolução da empresa [95].

É importante que a empresa saiba que, mesmo a partir de pequenas mudanças, e aos poucos, o crescimento é progressivo. A partir da melhoria contínua, é possível ver reduções nos custos da empresa e uma melhor satisfação, tanto para os clientes, quanto para os colaboradores [95]. Essa redução pode acontecer, por exemplo, através da prevenção, para que os oito desperdícios citados anteriormente não aconteçam. Para isso, é necessário que haja um envolvimento por parte de toda a empresa no projeto de melhoria contínua.

O termo melhoria contínua traduz a capacidade da empresa em solucionar quaisquer adversidades que surgem no cotidiano da empresa. Essa resolução é conseguida por fases, através de uma alta frequência e pequenos ciclos de mudança [96].

Esses pequenos ciclos são compostos por momentos de melhoria e otimização da produção e, posteriormente, por um controlo e manutenção da melhoria. Este processo é cíclico, ou seja, é uma melhoria iterativa, sempre em busca para encontrar uma saída ou aprimorar algum processo [97].

Este processo não deve ser tratado apenas a curto prazo, mas sim a longo prazo, uma vez que problemas podem ser solucionados rapidamente, mas outros podem surgir em recorrência desta resolução. Por isso, seu aperfeiçoamento deve ser contínuo [98].

Para desenvolver a cultura da melhoria contínua dentro de uma empresa, não existe um manual que o descreva passo a passo. Cada empresa é singular pelo seu modo de gestão e seu ambiente (meio em que está inserida) [99]. Além disso, outro fator que diferencia a melhoria contínua entre as empresas, é o nível de prática entre elas, ou seja, a forma como é desenvolvido este processo [100].

Para saber como fazer e como atingir o percurso para se chegar à melhoria contínua, é necessário enxergá-la como um processo particular, com um objetivo em comum: ter competência suficiente para promovê-la [100].

É importante que este processo aconteça gradualmente e diariamente, no ambiente empresarial, nos pequenos gestos e em todos os setores, pois dessa forma, aos poucos, ela estará inserida na cultura da empresa [101].

Muito utilizada por grandes empresas, uma ferramenta designada por DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) integrada no *Six Sigma*, contribui para o processo de melhoria contínua, ao identificar oportunidades de melhoria. Esta filosofia, assenta numa técnica para aprimorar a produção de uma empresa, eliminando desperdícios e aumentando os lucros [102]. Através da análise de dados, esta metodologia cíclica (Figura 23) é capaz de identificar a causa de problemas que interferem na qualidade de uma produção. Assim, é possível adotar uma medida para otimizar e monitorar qualquer atividade que interfira na qualidade [103].



Figura 23 - Descrição das etapas do ciclo DMAIC
Fonte: Adaptado de [104]

Para que essa melhoria aconteça, o olhar de todos dentro da empresa deve estar apontado para a mesma direção: além do envolvimento da gerência, os colaboradores devem estar interessados em ajudar também. Para isso, todos devem ser informados que este processo requer tempo, disponibilidade por parte de todos e dedicação, para que a melhoria aconteça [105].

Este processo, se bem implementado, e se adotado por toda a corporação, tornaria uma vantagem competitiva para a empresa e não apenas regras impostas a serem obedecidas [100].

DESENVOLVIMENTO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

3.2 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

3.3 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

3.4 *BRAINSTORMING*

3.5 IMPLEMENTAÇÃO E VERIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO

3.6 ANÁLISE CRÍTICA DO FUNCIONAMENTO

3 DESENVOLVIMENTO

Após os conceitos estudados no capítulo anterior, este, é desenvolvido a partir da prática realizada na empresa. Após analisar todo o funcionamento da ferramenta em estudo e o cenário na qual ela está inserida, ou seja, o percurso e linhas que o compõe, possibilitou recolher informações para assim, selecionar a melhor proposta de melhoria, colocá-la em prática e comprovar sua eficácia e eficiência através de testes e seus resultados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa em estudo, produz com base em vinte e sete linhas produtivas, seis linhas de produção destinadas a produzirem sistemas de tubos para direção assistida, e vinte e uma linhas para ar condicionado, ambos para veículos automóveis. Há linhas em que a produção é ininterrupta, e há linhas em que o processo acontece cinco dias por semana. Todas as linhas são divididas em turnos de 8 horas diárias.

Cada uma das vinte e sete linhas produtivas, confecciona diferentes tipos de referências de produtos, de acordo com as especificações de cada cliente. Há linhas em que a produção atinge quase trinta referências, porém, nessas linhas há aproximadamente dez referências que são FTL (*Flux Tiré Lissé*), ou seja, que são produzidas frequentemente, as outras, recebem o nome de MTO (*Make To Order*), ou seja, são produzidas apenas de acordo com o pedido do cliente.

A linha sabe qual referência e quanto produzi-la, pois, a empresa trabalha com a ferramenta de cartões *kanban*. Esta ferramenta consiste em autorizar a produção e informar a referência a ser produzida, bem como a embalagem a ser utilizada e a quantidade a colocar em cada embalagem. Essas e outras informações, estão contidas num modelo de cartão *kanban* transporte (Figura 24).

A quantidade de cartões que compõem um lote a ser produzido, é especificada de acordo com o pedido que o cliente realiza. As linhas são abastecidas diariamente com cartões *kanban*, e não existe um sequenciamento da produção. Dessa forma, as linhas não apresentam um padrão produtivo, e produzem exatamente de acordo com a necessidade e na ordem em que os cartões estão dispostos no local em que são armazenados. Essa ordem pode não ser respeitada, quando há falta de material para continuar a produção de um lote, ou quando há a necessidade de produzir alguma emergência para o cliente.

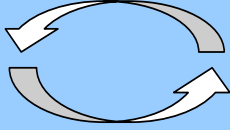
T.81007-00	KANBAN TRANSPORTE		X87
	Produto Acabado		
	Referência: T.81007-00	Tipo de embalagem: Paletobacs1322	
	SEQUÊNCIADOR	 AA2	Supermercado
Descrição: Produto acabado X87	QTD peças/embalagem: 360		

Figura 24 - Exemplo de um cartão *kanban*
 Fonte: Adaptado dos dados da empresa em estudo (2018)

A informação da quantidade de cartões a ser colocada por linha é estabelecida de acordo com a quantidade especificada a ser entregue para o cliente diariamente. Após a produção, para alocar os produtos finais, cada cliente disponibiliza um tipo de embalagem específica, seja ela um *bac* ou um contentor (Figura 25).

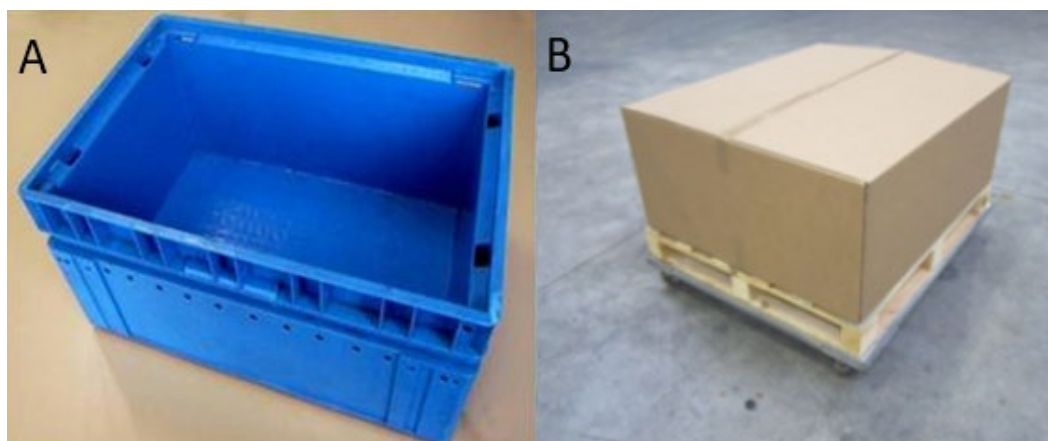


Figura 25 - Embalagens disponibilizadas para acomodar os produtos finais: *bac* (A) e contentor (B)
 Fonte: Adaptado dos dados da empresa em estudo (2018)

A volumetria das embalagens finais é: 300 x 400 x 600 [mm] (HxLxC) para os *bacs* e 900 x 1000 x 1200 [mm] (HxLXC) para os contentores. A quantidade de produto acabado dentro de cada embalagem, é estipulado pelo cliente. Nos *bacs*, a quantidade varia de 15 a 40 unidades por embalagem, já nos contentores, a quantidade mínima é de 35 e a máxima é de 120 unidades.

A fábrica é composta por onze setores e cada setor é constituído por uma ou mais linhas produtivas. Outra forma de ter a informação sobre o que tem que ser produzido diariamente, é por meio do sistema FTL Digital (Figura 26). Este sistema está disponível apenas para os monitores (responsáveis pela gestão de cada linha produtiva) de cada setor. Somente eles podem fazer qualquer alteração e/ou observação.

ENTRADA	REF	QTD TEO	QTD PLAN	TEMPO	INICIO	PARAGEM	FOS	FALTA PRODUIR
28-08-2018 17:05	T.70985-02	0	17	0			0	17
28-08-2018 08:45	T.71021-A01	0	150	0	05-09-2018 11:30		4	150
05-09-2018	T.70671-02	320	320	4.064			0	320
05-09-2018	T.70484-A01SOM	180	180	2.484			0	180
06-09-2018	T.70484-A01	180	180	2.484			0	180
06-09-2018	T.70484-A01	180	180	2.484			0	180
06-09-2018	T.70665-04	320	320	3.712			0	320
06-09-2018	T.70665-04	320	320	3.712			0	320
06-09-2018	T.70671-02	320	320	4.064			0	320
06-09-2018	T.70672-A00	320	320	5.504			0	320
07-09-2018	T.70154-D00CER	50	100	1.15			0	100

Figura 26 - Sistema FTL Digital

Fonte: Adaptado dos dados da empresa em estudo (2018)

Esta ferramenta digital disponibiliza de forma rápida e eficiente, informações como o dia e horário em que o pedido de produção entra no sistema, a referência a ser produzida, a quantidade teórica, que representa a quantidade que a referência está associada, pode acontecer que o pedido do cliente para um determinado dia, seja superior ou inferior à quantidade teórica, dessa forma solicita-se que aumente ou diminua a quantidade teórica. A ferramenta disponibiliza ainda informação sobre a quantidade planejada a ser produzida, o tempo necessário para a produção, a data e o horário de início de produção do lote, se houve alguma paragem durante a produção do lote, o número de operadores na linha por referência e a quantidade que falta ser produzida.

A mudança de cores representa a referência que está sendo produzida (verde), as que são MTO (azul), as que são FTL (rosa), as que são prioridade (salmão), se a linha está parada (amarela) e as que estão em espera (branca).

Este sistema é integrado entre as linhas produtivas e o departamento de produção da empresa, conectado via *internet*. O sistema é alimentado manualmente e, no início e término de qualquer produção, ou quando identificada qualquer alteração na produção, a linha também responde manualmente ao sistema.

3.2 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

A produção tanto da tubulação de ar condicionado, quanto da direção assistida, passam por uma sequência de processos semelhantes (Figura 27).

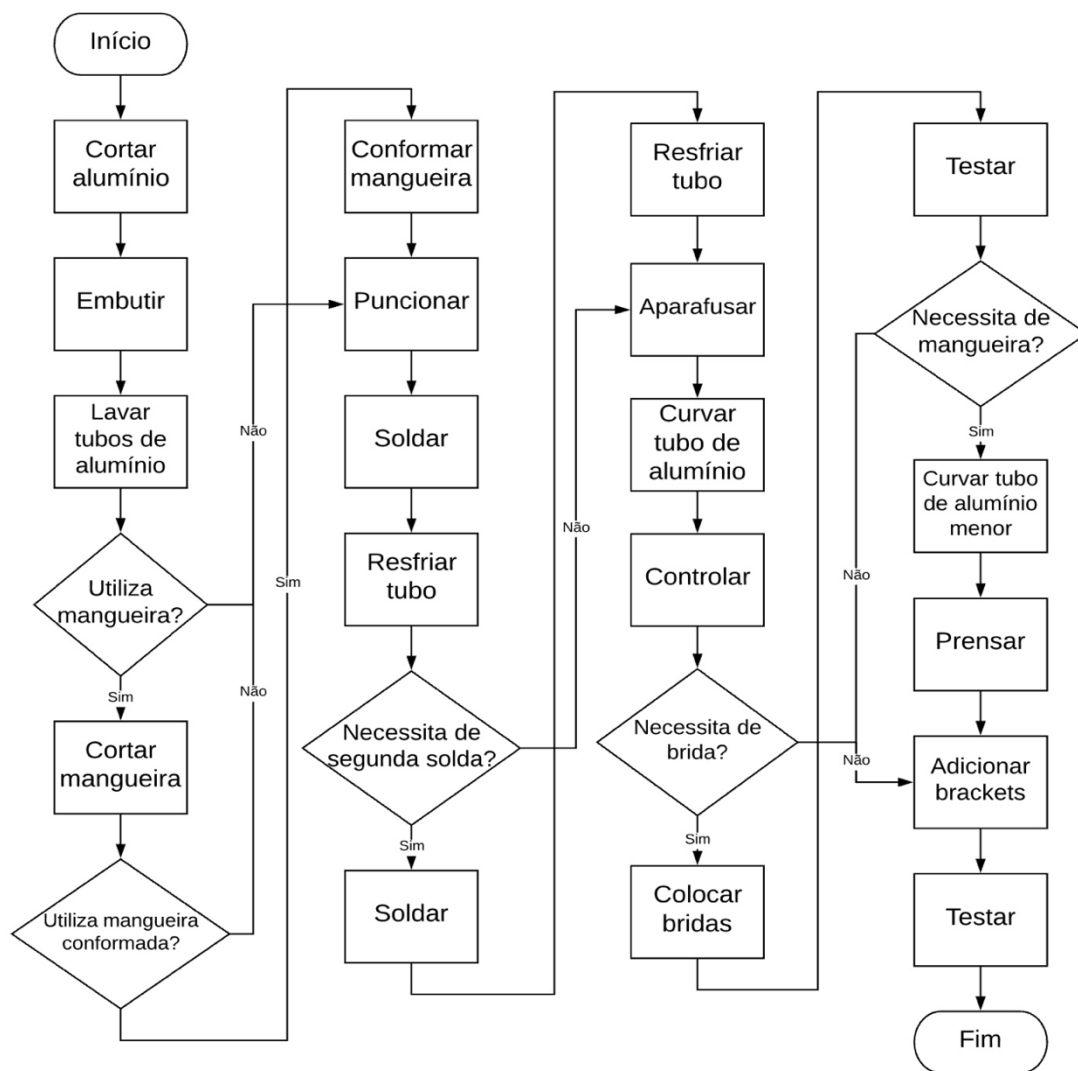


Figura 27 - Fluxograma completo de um produto acabado
 Fonte: Autoria própria

Alguns dos exemplares de produtos finais de direção assistida e ar condicionado podem ser observados na Figura 28.



Figura 28 - Exemplares de produtos acabados de direção assistida e ar condicionado
 Fonte: Adaptado dos dados da empresa em estudo (2018)

3.3 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Atualmente, para realizar o abastecimento e levantamento de embalagens nas linhas e nos armazéns (local onde as embalagens ficam alocadas), a empresa utiliza uma ferramenta chamada comboio logístico interno. Essa ferramenta consiste num sistema apto a realizar o abastecimento e levantamento de embalagens, na quantidade e na qualidade adequada, na hora e no local preestabelecidos.

O abastecimento de matéria prima e de embalagens de produto acabado, bem como seus levantamentos, são realizados através de dois comboios logísticos distintos. O objetivo de otimização da ferramenta e o cálculo para verificar a necessidade de um segundo comboio para atender esta área, foram realizados com base no estudo de comboio logístico de produto acabado.

Para tanto, para o bom funcionamento desta ferramenta na empresa em estudo, é necessário respeitar algumas regras, como o circuito atual que o comboio deve percorrer (Figura 29), a permissão de levantar qualquer embalagem somente depois de a mesma ser declarada ao sistema (pela monitora responsável) e a quantidade permitida de transporte pelo comboio, que são no máximo quatro contentores e quatro carrinhos (local denominado onde se levam os *bacs*) que transportam quatro *bacs* cada um (totalizando dezesseis *bacs*).

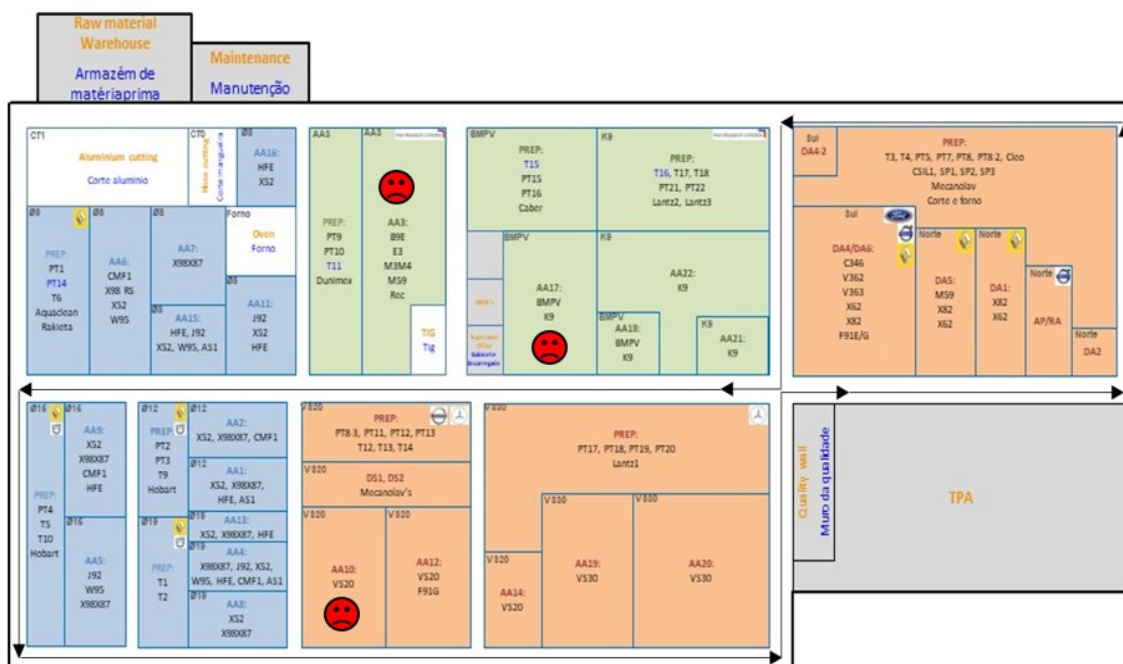


Figura 29 - Trajeto percorrido pelo comboio logístico na planta atual da empresa
Fonte: Adaptado dos dados da empresa em estudo (2018)

No cenário atual da empresa, as informações de qual tipo de embalagem é que a linha de produção está a utilizar, qual o tipo que utilizará na produção do lote seguinte, o momento da sua necessidade, bem como o momento em que a embalagem está declarada, não chegam ao funcionário que opera o comboio. Deve ser ele a buscar

essas informações para se organizar no seu desempenho. Sendo assim, cada vez que ele inicia o percurso pela rota, ele precisa deslocar-se a cada uma das vinte e sete linhas, para saber qual o tipo de embalagem que necessitará, para posteriormente levar à linha (não existe nenhum instrumento de registro, estando totalmente dependente da capacidade de memorização do operador).

Para otimizar o trabalho, as monitoras das linhas criaram um código, para o responsável pelo comboio logístico saber o momento certo de levantar a embalagem. Ao finalizar e declarar a embalagem, o cartão *kanban* daquele lote fica posicionado na horizontal, diferente de quando ainda não está declarado, que fica disposto na vertical.

Percorrendo o trajeto estipulado para o comboio logístico, antes de chegar ao TPA, existe o Muro da Qualidade (MQ). Este espaço representa uma parte do sistema de gestão da qualidade da empresa, que consiste em verificar se as peças estão em conformidade com os padrões previamente estabelecidos. As peças passam por este setor quando há a formação de novos operadores nas linhas produtivas, quando há a produção de uma referência nova, ou quando há uma reclamação por parte do cliente. Neste último caso, é feita uma inspeção na produção para chegar à origem do problema.

As dificuldades encontradas durante o funcionamento da ferramenta do comboio logístico da empresa são:

1. A monitora da linha de produção informar a necessidade de um tipo de embalagem e, posteriormente à informação dada, ela mudar a referência de produção e, conseqüentemente, o tipo de embalagem. Esta mudança ocorre devido à falta de material para continuar um determinado lote, ou à necessidade de produção de um lote urgente. Este facto implica um desperdício de tempo do funcionário, pois ele tem que retornar a embalagem, obter tal informação e levar a nova embalagem necessária. Além de perder tempo retornando e levando a nova embalagem, ao pedir a nova informação, há o desperdício de um local no comboio que fica inutilizado em função deste acontecimento;
2. O funcionário necessita ir às linhas produtivas para pedir informação ou para esperar a monitora declarar uma embalagem; com esse tipo de paragem indesejada, o funcionário perde muito tempo, uma vez que a informação deveria chegar até ele;
3. As monitoras das linhas são responsáveis por declarar a embalagem pronta. Muitas vezes, esperam acumular um número grande de embalagens para as declarar todas de uma única vez, ou de qualquer forma, demoram demasiado tempo a realizar a leitura (Figura 30);
4. Há um excesso de embalagens nas linhas, ou as mesmas estão localizadas em locais indevidos, dificultando a circulação, seja de pessoas ou de material (Figura 31);
5. Diariamente, o comboio circula inúmeras vezes vazio. Isso representa um desperdício da mão de obra e uma depreciação do equipamento;
6. Por vezes o comboio de abastecimento de matéria prima fica à frente do comboio de produto acabado, o que resulta numa volta quase três vezes mais lenta.



Figura 30 - Embalagens com produto acabado à espera de serem declaradas ao sistema
Fonte: Adaptado dos dados da empresa em estudo (2018)



Figura 31 - Excesso de embalagens nas linhas (A) e embalagem localizada em local indevido (B)
Fonte: Adaptado dos dados da empresa em estudo (2018)

3.4 BRAINSTORMING

Diante do cenário, antes de propor qualquer solução para os problemas encontrados durante a análise, é necessário respeitar algumas restrições (Figura 32).

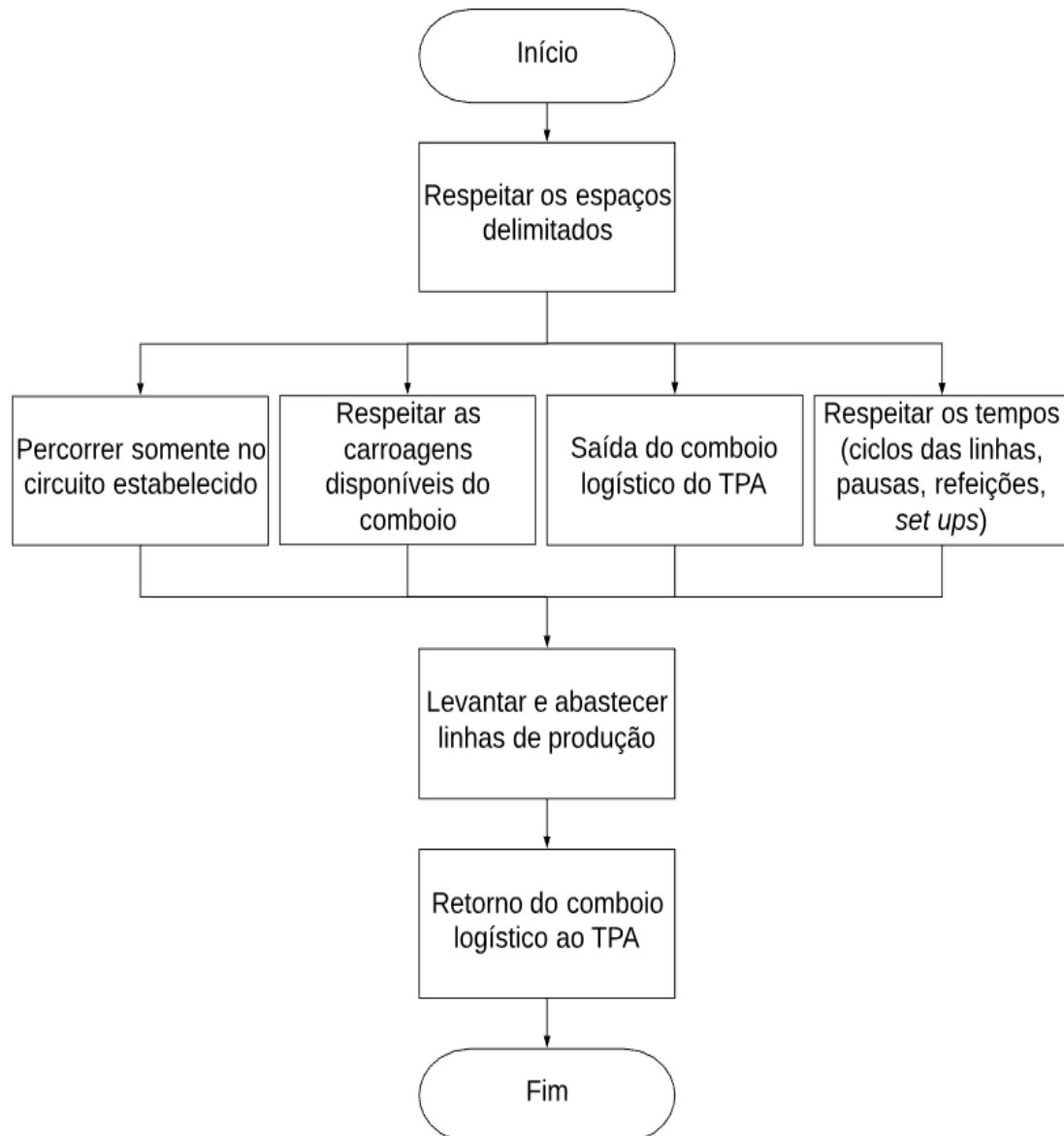


Figura 32 - Fluxograma das restrições do comboio logístico
Fonte: Autoria própria

A proposta inicial para aperfeiçoar as dificuldades iniciais encontradas, foi preestabelecer horários fixos em que o comboio deveria passar por cada uma das linhas. Considerando o tempo médio que o comboio necessita para realizar uma volta, e o tempo médio de *set up* para deixar todas as embalagens com produto acabado e preparar as embalagens para abastecer as linhas, são necessários 15 e 5 minutos, respectivamente.

Dessa forma, o operador teria uma tabela a ser seguida, com os horários estabelecidos para passar em cada linha de hora em hora, respeitando os tempos e as pausas, como se observa no ciclo de doze horas de trabalho, considerando uma pausa de 15 minutos, no exemplo apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Horários e sequência para levantar e deixar embalagens nas linhas produtivas a cada hora de cada turno

Fonte: Autoria própria

	5 min	20 min	25 min	40 min	45 min	60 min	
AA1	Set up time	✓	Set up time		Set up time		
AA2		✓					
AA3		✓					
AA4						✓	
AA5						✓	
AA6						✓	
AA7						✓	
AA8						✓	
AA9						✓	
AA10						✓	
AA11		✓					
AA12						✓	
AA13		✓					
AA14						✓	
AA15				✓			
AA17		✓					
AA18		✓					
AA21		✓					

*Há determinadas linhas de produção que não entraram no estudo, pois estão sendo implementadas recentemente e ainda não possuem dados para a pesquisa;

*Para o operador do comboio, considera-se um turno de 12 horas ou 720 minutos de trabalho.

Para estabelecer esse padrão de voltas, seria necessário que, no mínimo, o tempo de ciclo de cada linha fosse fixo, nenhuma eventualidade alterasse o tempo de uma volta e o tempo de *set up* acontecesse durante o percurso. Algumas das possíveis eventualidades são:

1. Diversas vezes, o contentor estar pronto, porém não estar declarado para ser levantado. Também acontece o operador do comboio ter que se dirigir à linha de produção para pedir informação de qual embalagem deverá levar, pois nem sempre a linha utiliza o mesmo tipo de embalagem. Em determinados lotes produtivos, a produção pode trocar da embalagem contentor para carrinho, e vice-versa;
2. Durante alguns percursos, o comboio de matéria prima, o carro da manutenção ou o carro da limpeza, pode estar à frente do comboio de produto acabado, o que torna o percurso mais lento;
3. A troca da bateria do comboio, torna o tempo de *set up* mais demorado. Após essa troca, eventualmente haveria um atraso no percurso;

4. Por vezes, a linha está com um excesso de embalagens, o que impossibilita deixar mais uma embalagem. Além disso, esse excesso atrapalha a circulação e movimentação de pessoas e matéria prima;
5. Em certos períodos do dia, todas as linhas de produção estão produzindo concomitantemente, pelo que não existe a necessidade de novas embalagens e também não há novas embalagens a serem levantadas. Assim, numa das voltas, o comboio circula praticamente vazio, pois só resta atender uma única linha. Este facto acarreta num desperdício do uso do operador, além da depreciação da máquina;
6. Quanto ao desperdício, a alteração de um lote, seja por uma alteração estabelecida, por falta de material ou por produzir um lote urgente, acarreta alteração de embalagem. Além dessa alteração, o operador do comboio pode enganar-no tipo de embalagem a ser abastecida, em ambos os factos. Nesse caso, o comboio terá que levar e trocar a embalagem, o que faz com que se altere o padrão de voltas preestabelecido;
7. Paragens indesejadas acontecem com frequência, para pedir informação ou esperar a monitora declarar alguma embalagem;
8. Deparar-se com uma embalagem posicionada em local indevido, com dificuldades acrescidas na identificação se esta está pronta a ser levantada ou não;
9. Outras pequenas atividades exercidas pelo operador, que envolvem o uso de telemóvel, idas ao banheiro, entre outras.

Estes nove aspectos, e outros acontecimentos, foram detetados numa semana de pesquisa no terreno, e foram agrupados num gráfico de percentagem, que se pode observar na Figura 33.

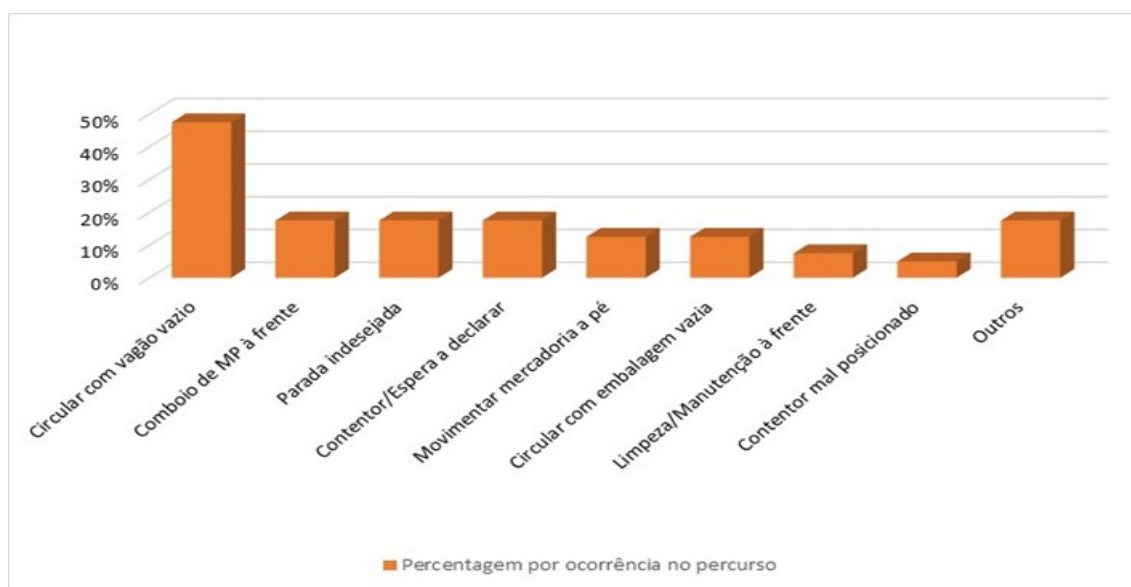


Figura 33 - Percentagem por ocorrência no percurso do comboio logístico
Fonte: Autoria própria

Foram recolhidas informações sobre determinados indicadores, tais como:

1. A média de peças produzidas por semana;
2. A quantidade de peças produzidas por hora;
3. O tempo de ciclo de produção de uma peça;
4. O tipo de embalagem necessária;
5. A quantidade que o comboio recolhe;
6. O tempo de ciclo de uma unidade de recolha;

7. E a sazonalidade (se é FTL ou MTO) entre outras informações, foram armazenadas em uma base de dados, especificadas de cada referência das linhas em estudo.

A partir dessas informações, calculou-se o produto entre o tempo de ciclo de uma peça e o tamanho do lote de cada referência, apenas em relação às produções FTL. Com o resultado deste cálculo, identificaram-se o menor, o maior e o tempo médio de produção (Figura 34) de cada linha.

Baseado nestes três últimos dados, seriam estabelecidos os horários e a ordem que preencheriam os quadros da Tabela 3. Porém, o intervalo de tempo entre a média ponderada, o tempo de ciclo mínimo e máximo, em aproximadamente 90% das linhas de produção, é demasiado longo. Este facto, e o do operador desconhecer o tipo de embalagem a ser utilizada, foram os fatores decisivos para demonstrar que a proposta inicial seria inviável. Além destes, outro motivo que não viabiliza tal proposta, é as contingências citadas anteriormente, porque alteram o tempo determinado para uma volta e para o tempo de *set up*.

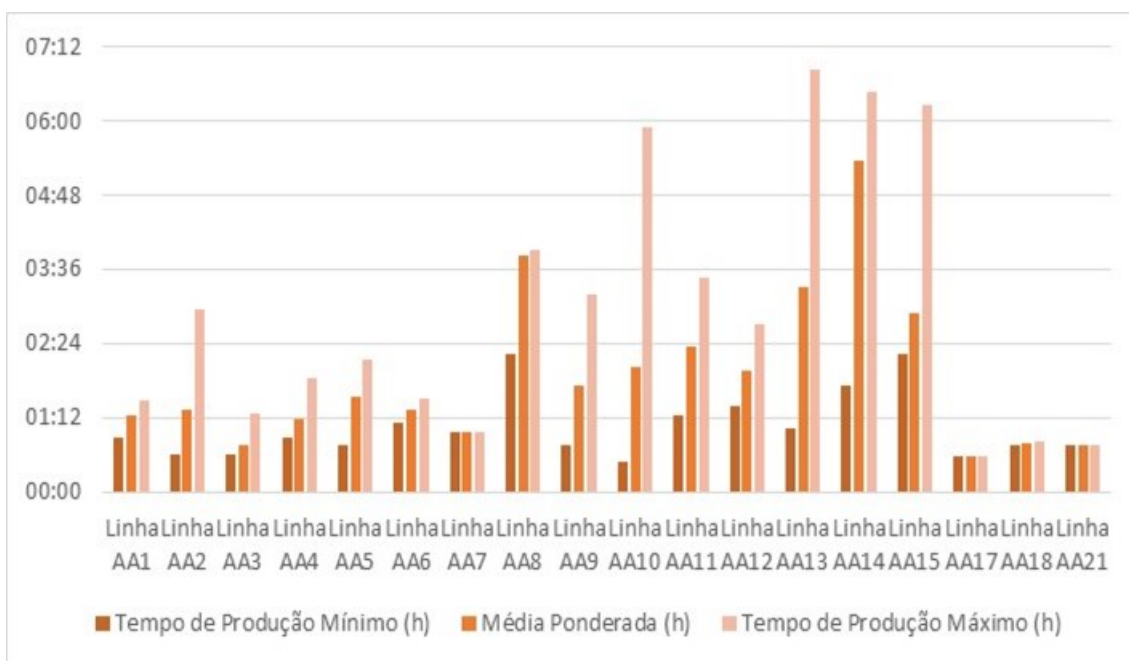


Figura 34 - Tempos mínimo, máximo e médio das linhas produtivas
Fonte: Autoria própria

Neste modelo proposto, o operador continuaria a dirigir-se às linhas para perguntar o tipo de embalagem utilizada e a ser utilizada, não otimizaria a organização com os vagões do comboio e os tipos de embalagens a levantar e abastecer, além de que seria impossível agrupar linhas com tempos próximos e tipos de embalagens diferentes.

Pensando na restrição tempo, uma forma de a respeitar, seria a de atender determinadas linhas tidas como prioritárias, com um padrão inferior a uma hora, de acordo com as suas necessidades.

3.5 IMPLEMENTAÇÃO E VERIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO

Considerando mais linhas introduzidas na produção, uma nova ideia foi desenvolvida, para que a informação referente à embalagem declarada, o tipo de embalagem utilizada e a ser utilizada, chegasse ao operador de comboio e ao TPA.

É necessário ter a informação de cada uma das linhas, para saber qual o tipo de embalagem que está sendo utilizada, o número de cartões que compõe o lote em produção, o tipo de embalagem utilizada no lote posterior e o número de cartões a ser produzido. Para que a informação chegasse ao operador, elaborou-se um quadro (Figura 35) no TPA, com a especificação de cada uma das linhas e com locais indicados da produção atual e do lote posterior. Além dessas informações, aparecem nomeados os espaços para as embalagens, contentores e carrinhos.

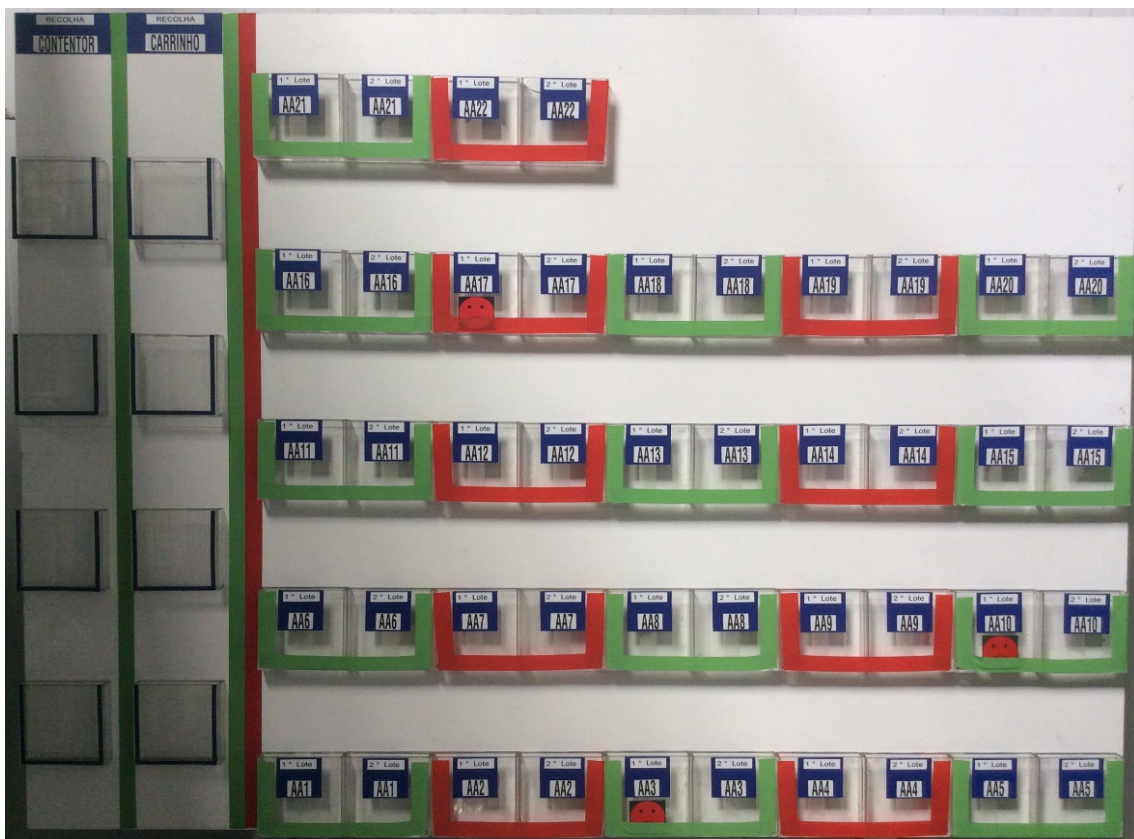


Figura 35 - Quadro informativo da ordem de entrega e recolha de embalagens
Fonte: Adaptado dos dados da empresa em estudo (2018)

A alimentação das informações do quadro, passou a ser feita através de um novo sistema de cartões, em que nele estão especificados o número da linha, o tipo de embalagem e sua respectiva referência (Figura 36).



Figura 36 - Cartão utilizado para informar qual o tipo de embalagem que a linha produtiva utiliza
Fonte: Adaptado dos dados da empresa em estudo (2018)

Ao detectar a necessidade atual e posterior da linha, o registro da informação é feito manualmente. Quando o lote em constituição possuir três ou mais cartões, seria reduzido duas vezes o número de cartões que constituem o lote em produção, pois na linha produtiva estes dois cartões estão “representados”, pela embalagem em uso e pela suplente, como mostra o esquema da Figura 37. O lote a seguir, é alimentado respeitando o número real de cartões.

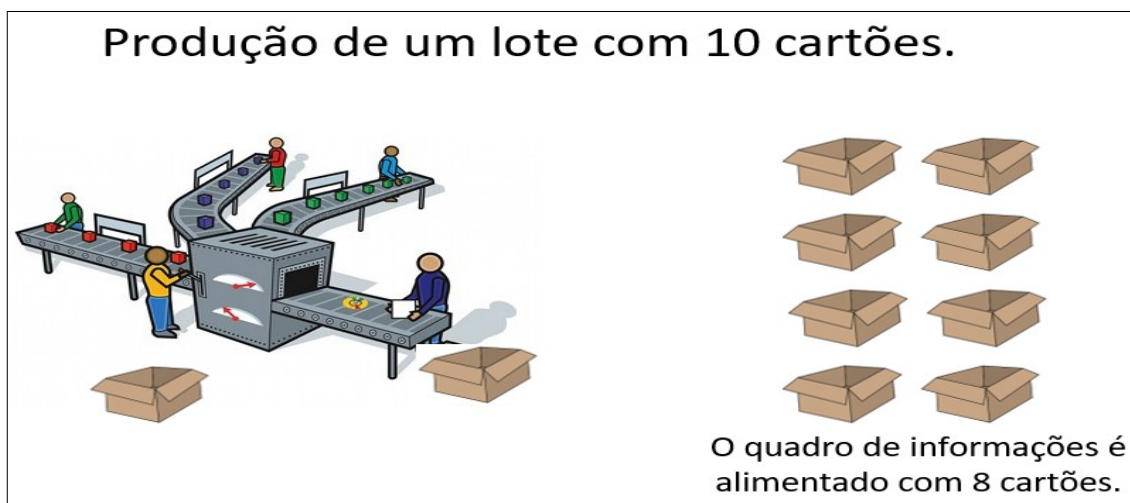


Figura 37 - Esquema representativo do abastecimento inicial de cartões
Fonte: Autoria própria

Ao saber que uma embalagem está pronta e declarada, a informação chega ao TPA e um cartão da referida linha de produção é colocado no lado esquerdo do quadro, de acordo com o seu tipo de embalagem. Quando os oito espaços estiverem completos, o comboio logístico sai com a sua capacidade máxima de embalagens vazias, já ciente de quais as linhas por onde deverá passar para deixá-las e, conseqüentemente, levantar embalagens declaradas. À medida que as informações vão chegando ao quadro, o operador do TPA utiliza o período em que o operador do comboio realiza uma volta, para preparar as embalagens que deverão ser levadas a seguir.

Para o funcionamento do quadro, algumas regras foram estabelecidas, sendo estas:

1. Se houver um lote com um ou dois cartões, será necessário saber o terceiro lote e, se necessário, o quarto lote a ser produzido;
2. A monitora da linha de produção deverá informar se houver alteração de um lote;
3. Lotes com tempo de ciclo inferior ou próximo a 30 minutos, como acontecem nas linhas “AA3”, “AA10” e “AA17”, deverão entrar como prioridade na entrega e recolha de embalagens. No quadro, elas estão representadas com o símbolo 😞
4. Quando numa linha houver a troca de lote e, conseqüentemente, de uma embalagem, seja um contentor a mudar para um carrinho ou vice-versa, nesta situação, o comboio não irá com a sua capacidade máxima de transportar oito embalagens, mas sim com apenas sete (tanto na ida como na volta);
5. Se pelo menos um cartão das linhas tidas como prioritárias estiver no quadro, o comboio não precisa esperar ocupar os oito lugares para sair.

A partir da implementação de tal quadro, muitos benefícios foram encontrados, como a otimização do tempo do funcionário responsável pelo comboio e a atribuição de novas funções a ele, tal como levar embalagens com dimensão superior à capacidade do comboio às linhas. Há um controlo maior do tempo que leva para dar uma volta, eliminando assim desperdícios de tempo a realizar percursos desnecessários e paragens indesejadas. Com o tempo otimizado, o operador fica com tempo disponível para lidar com eventos não programados, sem deixar de realizar as suas tarefas principais.

Para o reconhecimento desse desperdício de tempo, os dois funcionários (X e Y) responsáveis pelo desempenho do comboio logístico, foram analisados pelo período de quatro dias, dois para o cenário atual e dois para o cenário antigo, com um total aproximado de 60 dados. Dessa forma, confirmou-se o tempo que eles demoram para realizar uma volta no percurso e o tempo de *set up*. Após a implementação deste projeto, verificou-se que em determinados momentos do dia, o operador fica parado.

Os dados iniciais e atuais foram comparados (Tabela 4 e Tabela 5) e, a partir deles, observou-se que houve uma melhoria significativa no desempenho de ambos os funcionários, exceto no tempo de *set up* do funcionário X, em que houve inicialmente uma resistência por parte dele ao implementar uma nova forma de realizar o seu trabalho.

Tabela 4 - Média de tempo do funcionário X

Fonte: Autoria própria

Funcionário X	Cenário Manual			Cenário Inicial	
	Média da Volta	Média do Set Up	Média Parado	Média da Volta	Média do Set Up
Média (minutos)	15:45	05:29	07:00	19:15	04:22

Tabela 5 - Média de tempo do funcionário Y
Fonte: Autoria própria

Funcionário Y	Cenário Manual			Cenário Inicial	
	Média da Volta	Média do Set Up	Média Parado	Média da Volta	Média do Set Up
Média (minutos)	11:05	04:37	11:10	11:50	05:47

Considerando que cada linha produza uma única referência por dia de trabalho (16 ou 21 horas dependendo da linha produtiva), foi calculada uma média do número de voltas por linha, em função das suas referências e, posteriormente, o mesmo cálculo foi feito para todas as linhas. As médias foram calculadas estipulando um tipo de embalagem utilizado por linha. Assim, seriam necessárias aproximadamente 46 voltas para levantar carrinhos com embalagens do tipo *bac* e 70 voltas para levantar contentores.

Já considerando o tempo de ciclo máximo, leva-se em conta o maior número de voltas por referência de cada linha, para calcular a média de voltas. Dessa forma, tanto para *bac* quanto para contentor, seriam necessárias 62 e 87 voltas, respectivamente.

E por fim, considerando o pedido do cliente, seriam necessárias 36 e 53 voltas para atender as linhas com *bacs* e contentores, respectivamente. Estes valores foram calculados através da percentagem que cada referência representa no PIC (Planificação Interna de Capacidade). Neste caso, fez-se um somatório do número de voltas.

Os resultados apresentados na Tabela 6, referente a um dia de trabalho. Foram obtidos por meio do somatório do número de embalagens carrinhos (BAC) e contentores, e dividido por quatro, pois essa é a capacidade máxima dos dois tipos de embalagens que o comboio consegue transportar.

Tabela 6 - Quantidade estimada de embalagens que utilizam carrinhos e contentores no cenário atual
Fonte: Autoria própria

Considerando o Tempo de Ciclo Média	
Média de voltas BAC	46,0
Média de voltas CONT	70,0
Considerando o Tempo de Ciclo Máximo	
Média de voltas BAC	62,0
Média de voltas CONT	87,0
Considerando o Pedido do Cliente	
Média de voltas BAC	36,0
Média de voltas CONT	53,0

A jornada de trabalho da maioria das linhas, é de 21 horas, exceto as linhas “AA19” e “AA21”, que possuem um dia de trabalho composto por 16 horas. Ou seja, considerando que o tempo médio para realizar um percurso é de 15 minutos e o tempo de *set up* médio é de 5 minutos, em um dia de trabalho, podem ser realizadas 63 voltas, em um cenário completamente ideal. Dessa forma, em aproximadamente 17 horas e 40 minutos de trabalho, todas as linhas seriam atendidas, o que restaria 3 horas e 20 minutos para o funcionário desempenhar outra função.

Após a análise realizada manualmente, a próxima etapa, foi semi-automatizar este processo, de forma que não necessitasse de duas pessoas voltadas para este estudo. Para isso, um sistema informatizado foi desenvolvido, no qual uma única pessoa pudesse gerir a informação do uso de embalagens e os operadores e monitores envolvidos no projeto.

A solução para a otimização das dificuldades encontradas foi semi-automatizar todo o sistema. Desenvolveu-se uma aplicação, em que um único funcionário, e não dois, como ocorreu até então, era suficiente para desempenhar as funções (Figura 38) de recolher informações e alimentar o sistema de comunicação.

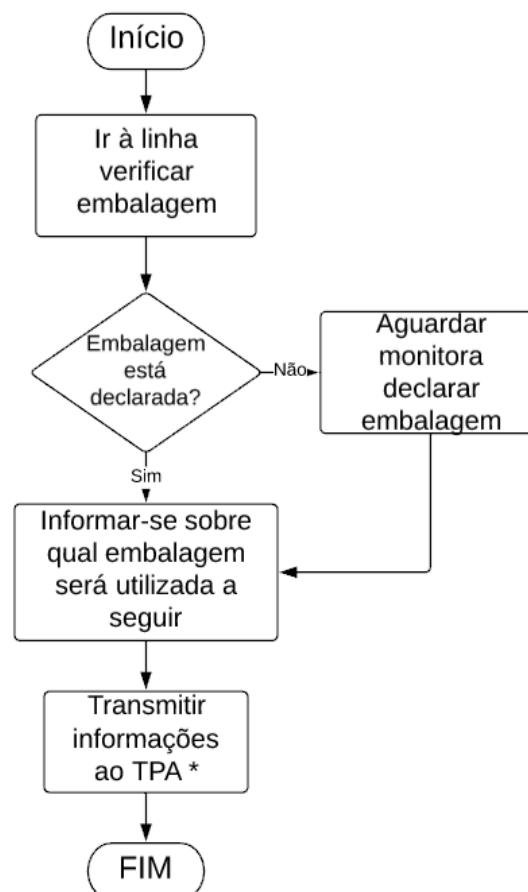


Figura 38 - Funções desempenhadas pelo operador no processo semi-automatizado

Fonte: Autoria própria

*A transmissão de informação é realizada via aplicação integrada no sistema atual da empresa, a um ecrã localizado no TPA.

Através deste sistema, é possível fornecer o tempo necessário para o preparador do TPA organizar as embalagens a serem levadas na volta a seguir. Observa-se na Figura 39, a ordem sequencial para introduzir as informações no sistema digital.

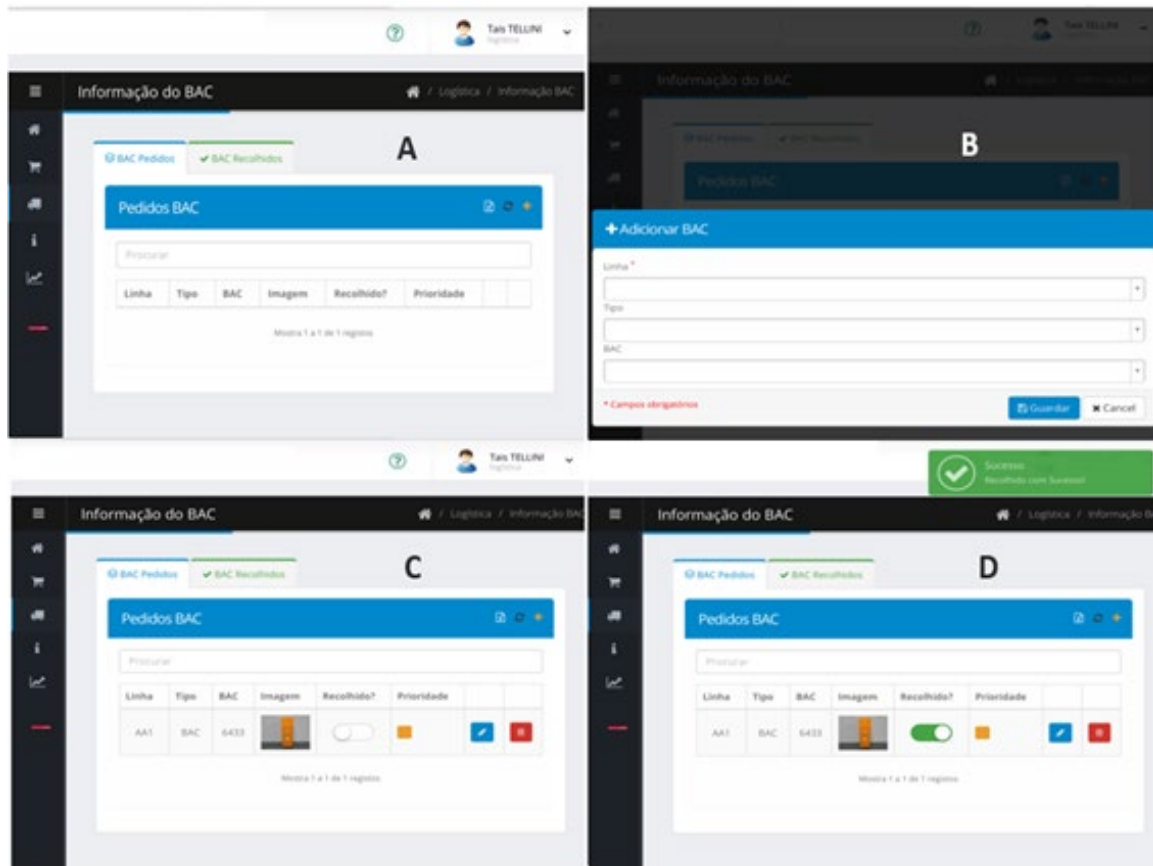


Figura 39 - Ordem sequencial para introduzir informações: página principal (A), adicionar a linha, o tipo de embalagem e a sua respectiva referência (B), página após a introdução da informação (C) e repassar a informação ao TPA (D)

Fonte: Adaptado dos dados da empresa em estudo (2018)

Referente às linhas que possuem um tempo de ciclo mais baixo e com uma necessidade de serem atendidas mais rapidamente, o sistema possui um ícone nomeado prioridade, que, ao destacá-lo, aquela linha especificada assume prioridade sobre todas as outras. Um exemplo da introdução de informação no aplicativo de uma linha produtiva que já apresentava embalagem pronta e declarada, tal como aparece no ecrã do TPA, está apresentada na Figura 40.

O preparador do TPA, ao receber essas informações, organiza as embalagens na ordem em que aparecem no ecrã, de modo a que, quando o operador do comboio chegar ao TPA, ele descarregue as embalagens com produto acabado e as linhas e suas respectivas embalagens a serem abastecidas, estão disponíveis no ecrã. Ao completar todos os vagões do comboio, ou se alguma linha prioritária estiver necessitando ser atendida, o comboio dará a volta. Caso contrário, ele permanece no TPA até que os oito espaços do comboio sejam preenchidos.



Figura 40 - Lista de linhas e embalagens do ecrã do TPA
Fonte: Adaptado dos dados da empresa em estudo (2018)

Assim, otimizou-se o tempo de operações do operador do comboio e do preparador do TPA, além de ampliar o espaço disponível nas linhas, uma vez que permanecem na linha apenas a embalagem em uso e a que será utilizada a seguir.

A mesma análise feita anteriormente, para avaliar o desempenho e desperdícios de tempo do operador do comboio logístico, realizou-se novamente para perceber se houve melhorias no desempenho do colaborador, neste novo contexto. A análise desta vez foi feita pelo período de 22 dias úteis, no mês de julho e a partir de aproximadamente 700 dados, em relação a média dos dados recolhidos inicialmente. Mais uma vez, a partir da análise dos dados (Tabela 7), se constatou que os resultados foram positivos.

Tabela 7 - Média de tempo de ambos funcionários no sistema semi-automatizado
Fonte: Autoria própria

Ambos Funcionários	Cenário Semi-Automatizado			Cenário Inicial	
	Média da Volta	Média do Set Up	Média Parado	Média da Volta	Média do Set Up
Média (minutos)	12:45	03:43	10:01	15:33	05:05

Para verificar a evolução que os três cenários proporcionariam, foi necessário comparar (Figura 41) a média de tempos entre as três funções do operador do comboio, a partir das Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 7. Estes três cenários representam a evolução do desenvolvimento do projeto. O primeiro, seria a forma como a ferramenta do comboio logístico estava a ser utilizada, o segundo seria com a otimização feita manualmente, com a implementação do projeto com cartões, e por fim o último cenário, seria com a implementação do projeto semi-automatizado.

As três médias de tempo representam:

1. Tempo essencial para o operador do comboio dar uma volta no percurso, abastecendo e levantando embalagens das linhas.

2. Período que o operador demora para realizar o *set up*, ou seja, esvaziar o comboio e abastecê-lo com embalagens vazias.
3. Tempo que ele fica parado, por vezes, há momentos em que todas as linhas estão produzindo simultaneamente e conseqüentemente não há nada a ser levantado/abastecido ou há poucas embalagens com produto acabado que não foram declaradas, impedidas de serem levantadas.

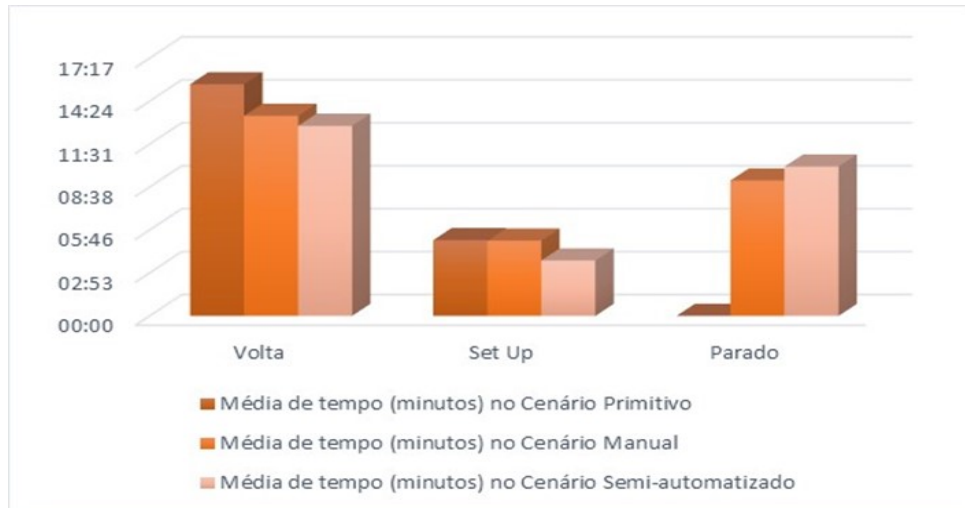


Figura 41 - Gráfico comparativo entre os três cenários avaliados, relacionando o tempo com as funções do operador do comboio logístico
Fonte: Autoria própria

3.6 ANÁLISE CRÍTICA DO FUNCIONAMENTO

Posteriormente, a proposta de melhoria deste sistema é que ele se torne totalmente automatizado. Conforme as embalagens fiquem prontas, as monitoras de cada linha confirmarão essa informação, através do sistema digital já existente. Essa informação chega ao ecrã disposto no TPA e, para aperfeiçoar ainda mais o sistema, o comboio terá um *iPad* com a informação das linhas nas quais ele deverá passar, de forma a que o colaborador não dependa mais da memorização dos dados para desempenhar a sua função.

Mais informações como a quantidade de cartões que compõem um lote, o tipo de embalagem utilizada no lote em constituição e no lote posterior, se há a necessidade de uma embalagem extra, e se é uma produção urgente, bem como o tempo de ciclo mínimo e médio, também serão especificadas referência por referência.

Outra mudança importante é que a leitura da etiqueta da embalagem, não será mais feita na linha, e sim pelo próprio operador do comboio, de forma a otimizar o tempo. Para essa mudança, alguns recursos são necessários, como um leitor de etiquetas, um monitor no TPA e um *iPad*, além de agregar as informações mencionadas ao sistema FTL Digital já existente.

Serão acrescentadas novas regras como:

- Se as embalagens das linhas “AA3”, “AA10” e/ou “AA17” não forem levantadas em 15 minutos, elas passam a cor amarela, significando um alerta;
- Se as embalagens das linhas “AA3”, “AA10” e/ou “AA17” não forem levantadas em 20 minutos, elas passam a cor vermelha, significando uma urgência;
- As demais linhas, como não possuem um tempo de ciclo crítico, passam a ter a cor amarela, quando atingem o seu tempo de ciclo mínimo, e a vermelha quando atingem o seu tempo de ciclo médio;
- As linhas “AA3”, “AA10” e “AA17”, têm prioridade no levantamento e entrega de embalagens, pois apresentam os três menores tempos de ciclo de apenas 36, 29 e 35 minutos, respectivamente;
- A aplicação no *iPad* estabelece a ordem pela qual o comboio deve passar para levantar as embalagens e a informação, a partir do momento em que ele levantou a embalagem;
- Quando houver a mudança de um lote, faltando quatro cartões, a linha deverá informar o sistema. Se isso não acontecer faltando três cartões, o sistema envia um alerta à linha, para que ela informe a próxima necessidade;
- Quando um lote for alterado para um prioritário pela monitora, a embalagem deste aparece sempre em primeiro lugar no ecrã;
- As monitoras podem alimentar manualmente determinadas informações ao sistema;
- No caso de uma produção ser interrompida, a embalagem em uso permanece na linha, e um pedido de uma nova embalagem é solicitado manualmente.

Ao modificar o sistema para o automatizado, ampliaria também o número de linhas a serem atendidas e manteria o mesmo *layout*. Mesmo com essa ampliação, o comboio ainda assim teria capacidade para continuar atendendo a procura. Como pode ser observado na Tabela 8, utilizando o mesmo cálculo feito para a Tabela 6, o número de voltas para levantar contentores aumentaria, e o número de voltas para levantar carrinhos permaneceria o mesmo.

Tabela 8 - Quantidade estimada de embalagens que utilizarão carrinhos e contentores no cenário futuro
Fonte: Autoria própria

Considerando o valor médio	
Média de voltas BAC	46,0
Média de voltas CONT	70,0
Média de voltas CONT DA	11,0
Considerando o valor máximo	
Média de voltas BAC	62,0
Média de voltas CONT	87,0
Média de voltas CONT DA	20,0
Considerando o pedido do cliente	
Média de voltas BAC	36,0
Média de voltas CONT	53,0
Média de voltas CONT DA	8,0

Essa necessidade aumentaria devido à alteração da localização do TPA e, conseqüentemente, a integração de novas linhas produtivas. Atualmente, a ferramenta de comboio logístico abastece e recolhe embalagens das chamadas linhas “AA”, que se referem às linhas que produzem tubos para ar condicionado de veículos.

Em relação às linhas que produzem tubos para direção assistida de veículos, denominadas “DA”, atualmente são alimentadas manualmente pelo preparador responsável pela organização do TPA.

Ao aumentar a produção e agregar novas linhas ao processo atual, o gráfico da Figura 42 representa os tempos de ciclo mínimo, médio e máximo do cenário futuro.

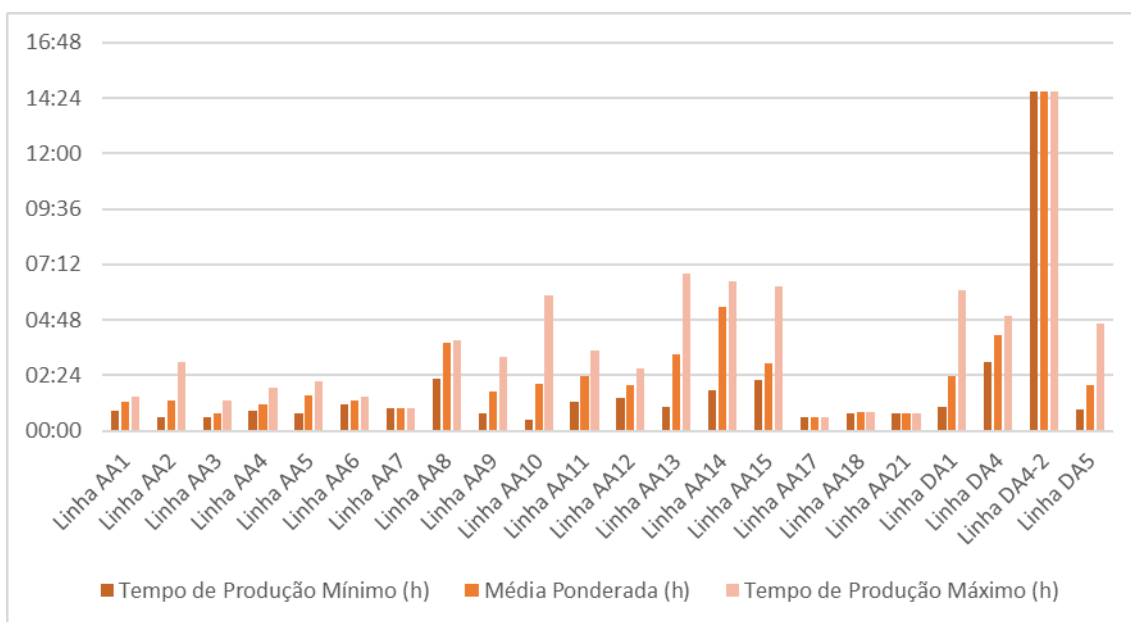


Figura 42 - Tempos mínimo, máximo e médio das linhas produtivas agregadas ao processo atual
Fonte: Autoria própria

Com a adição destas linhas às que o comboio logístico abastece atualmente, a média aumentaria para 81, 97 e 61 voltas para levantar contentores, de acordo com o tempo de ciclo, tempo de ciclo máximo e de acordo com o pedido do cliente, respectivamente. Ainda assim, num cenário ideal, no qual não ocorra nenhuma vicissitude, restam 40 minutos para o funcionário ser utilizado para desempenhar outras funções.

De acordo com as referências teóricas, o desempenho da ferramenta do comboio logístico interno é ótimo, quando se segue um padrão de voltas preestabelecido. Teoricamente, o cenário da empresa na qual o comboio logístico interno está inserido, apresenta um sequenciamento na produção e uma padronização no modelo de embalagem de transporte, seja de produto acabado ou matéria prima. A otimização do uso dessa ferramenta, dá-se através de modelos matemáticos, que permitem encontrar rotas alternativas e um conjunto de linhas de produção que devem ser atendidas em uma mesma volta por percurso.

No cenário do objeto em questão, não há um sequenciamento nos processos, uma vez que a logística externa da empresa é estabelecida de acordo com o pedido do cliente, que sofre flutuações diariamente. Como não há *stock* de produto acabado, as linhas de produção são informadas dia a dia sobre o que deverão produzir para respeitar os pedidos do cliente daquele dia. Além deste fator, outro aspecto a ser considerado, é o modelo de embalagem a ser utilizado, variando de acordo com a embalagem enviada pelo cliente e por referência de produto.

Com tamanhas variações, além de não ser permitido alterar a rota e o percurso que o comboio logístico deve respeitar, a aplicação deste modelo de funcionamento do comboio logístico, foi inviabilizada. Sendo assim, de forma a respeitar as restrições da empresa, foi realizado um estudo específico, em que a melhor forma de conseguir aplicar esta ferramenta, seria sincronizá-la com a procura da linha de produção.

CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Para chegar neste capítulo final, um longo caminho foi percorrido e o sucesso só foi alcançado através dos conhecimentos gerais adquiridos ao longo do curso, conhecimentos específicos obtidos por meio de inúmeras pesquisas científicas e todo o conhecimento prático assimilado na fábrica onde se realizou o estágio. Após o término do projeto prático na empresa em estudo, conclui-se que o objetivo inicial, otimizar a ferramenta do comboio logístico interno, foi atingida.

4.1 CONCLUSÕES

De início, para que a otimização da ferramenta fosse feita, precisou-se analisar o funcionamento do comboio logístico, quais as regras que existem para o seu funcionamento e a maneira como os envolvidos com o abastecimento e recolha de embalagens de produto acabado trabalhavam. Posteriormente a esta análise, calculou-se o tempo mínimo, máximo e a média ponderada do tempo de ciclo de todas as linhas de produção, através de todas as referências que compõe uma linha.

A expectativa era conseguir agrupar linhas com tempo de ciclo próximos, e que respeitasse a capacidade do tipo de embalagem que o comboio comporta, uma vez que cada referência leva um tipo diferente de embalagem. A maior dificuldade nesta fase, foi encontrar tempos de ciclo próximos, além de lidar com os eventos inesperados que acontecem no terreno, a falta de padrão da produção e a mudança constante no tipo de embalagem, o que impossibilitou encontrar um padrão de voltas a ser respeitado pelos operadores.

Passado este momento, observou-se que a única forma de otimizar a operação do comboio, sem deixar de atender as linhas no momento correto, é que a informação do momento em que a embalagem é declarada, bem como o modelo da embalagem a ser utilizada, fosse transmitida das linhas para o preparador do TPA e, conseqüentemente, para o operador do comboio. Dessa forma, uma experiência manual foi realizada na fábrica, com o intuito de observar o comportamento dos envolvidos, se haveria:

1. Ganhos em termos de tempo;
2. Eliminação de desperdícios
3. Errar, esquecer ou enganar-se no abastecimento de embalagens, seja o tipo de embalagem ou a linha de destino;
4. Melhor o aproveitamento, tanto da mão de obra, quanto da ferramenta estudada;
5. E, principalmente, se as linhas estão sendo prontamente atendidas.

Os resultados foram praticamente inteiramente positivos (Tabela 9).

Tabela 9 - Percentagens de ganhos e perdas a partir do uso da ferramenta otimizada
Fonte: Autoria própria

	Volta	Set Up
Funcionário X	18.19%	-25.57%
Funcionário Y	6.34%	20.18%

O resultado da ineficiência do desempenho do funcionário X no tempo de *set up*, foi causado por uma resistência por parte dele. Dessa forma foi possível encontrar pequenas lacunas que até então não se observavam, como por exemplo:

1. O tempo ocioso que o operador possui;
2. A prescindibilidade de abastecer em excesso as linhas por receio delas ficarem sem embalagens.

Após o êxito, avançou-se para a próxima fase, que foi semi-automatizar este sistema, com o mesmo objetivo, porém, de forma mais otimizada, sem a necessidade de duas pessoas a mais dedicadas ao estudo em campo. Os mesmos pontos positivos foram novamente reconhecidos e destacados em relação ao cenário inicial, agora com um ganho de 18.01% no desempenho da volta e 26.89% em relação ao tempo de *set up*. As dificuldades encontradas foram as mesmas em ambos os cenários. Levou-se algum tempo até os envolvidos se adaptarem à nova forma de desempenhar as suas funções, além de uma certa resistência por parte de alguns colaboradores, o que culminou na eliminação de alguns dados de tempo, pois em uma análise foram classificados como pontos discrepantes.

Para a empresa os contributos deste estágio foram positivos na medida em que se conseguiu otimizar as voltas do comboio, permitindo que novas linhas de produção fossem agregadas as linhas que até então o comboio abastecia, atribuir novas funções ao operador do comboio durante o tempo ocioso, desperdícios de voltas desnecessárias, paragens indesejadas e troca de embalagens foram eliminados.

De forma sucinta, é possível verificar na Tabela 10 as ações implementadas e seus efeitos causados dentro do ambiente da empresa, a partir do objetivo proposto.

Tabela 10 - Objetivo proposto, ações implementadas e resultados obtidos através de suas aplicações
 Fonte: Autoria própria

Objetivos	Ações Implementadas	Resultados Obtidos
Otimizar a ferramenta do comboio logístico interno	Eliminar a comunicação entre operador do comboio e monitores/operadores da linha de produção	✓
	Verificar a necessidade de adquirir mais um comboio	✓
	Desenvolver um sistema de comunicação entre as linhas e o TPA	✓
	Eliminar voltas desnecessárias pelo percurso e otimizar uso da mão de obra	✓
	Semi-automatizar a comunicação entre as linhas de produção e o TPA	✓
	Automatizar sistema	-
	Otimizar a leitura das embalagens	-

Ao fim, o que se observou, é que a falta de padronização na produção e no tipo de embalagem a ser utilizada impediu a realização de um estudo baseado em modelos matemáticos como, por exemplo, o VRP (*Vehicle Routing Problem*) que é utilizado para a otimização da ferramenta de comboio logístico interno.

Neste sentido, conclui-se que os objetivos iniciais foram claramente cumpridos e o mais relevante, sem nenhum investimento financeiro, o desenvolvimento do projeto permitiu contribuir para a organização uma utilização otimizada desta ferramenta para uso de forma mais eficaz e eficiente.

A possibilidade de participação em projeto deste porte possui um valor imensurável para a carreira de um profissional, uma vez que contribui não somente para o desenvolvimento de habilidades e competências técnicas, mas também para o crescimento pessoal.

Esta evolução dá-se através da resolução de problemas e dificuldades encontradas no dia a dia, em como lidar com pessoas de diferentes perfis e níveis hierárquicos dentro da empresa, em como portar-se na tomada de decisão, além de outros inúmeros ganhos que agregam enriquecimento do ser humano.

A escolha da empresa onde o estágio se realizou foi tão importante quanto o projeto em si, uma vez que se tratava de um ambiente absolutamente harmonioso, receptivo, preparado e organizado para dar todo o suporte necessário ao estagiário, com pessoas pacientes e dispostas a auxiliar em qualquer que fosse a área ou momento.

A sensibilidade do chefe ao aceitar novas sugestões e fornecer autonomia suficiente para controlar o projeto durante toda sua execução, foi de suma importância para a implementação deste estudo. Além disso, o incondicional suporte e a rica aprendizagem no Instituto Politécnico do Porto e na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, foram fundamentais para um olhar diferenciado, diante dos desafios encontrados durante a execução do trabalho, proporcionando as ferramentas acadêmicas necessárias para o sucesso da implementação do projeto.

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Sabe-se que a indústria do automóvel é um mercado em constante expansão e modernização. Por isso, um dos maiores desafios encontrados por este modelo, é aumentar a produção, sem aumentar custos e eliminando desperdícios. Este aumento, envolve todas as vertentes para se ter um produto final de qualidade, inclusive otimizar as ferramentas da melhoria contínua, como o comboio logístico interno.

Após os resultados enunciados anteriormente no capítulo 3.5, propõe-se à empresa que coloque em prática a automação de todo este sistema criado. Agregando as informações necessárias ao sistema utilizado e com treinamento adequado aos operadores, preparadores e monitores, a ferramenta continuaria a funcionar de modo mais aperfeiçoado, de forma a atender todas as linhas no tempo necessário, porém de modernizado e ágil – uma vez que não dependeria de alguém para ficar indo de linha em linha questionar a necessidade do abastecimento.

Indo mais adiante, uma proposta futura é que ao agregar novas linhas de produção ao *layout* atual, o TPA mudará de local, mas a rota permanecerá a mesma. Dessa forma, uma alternativa será ter comboios mistos, de forma a que um único veículo abasteça matéria prima e recolha produto acabado no mesmo percurso.

Para esta ideia ir adiante, um estudo deve ser realizado e alguns aspectos devem ser tidos em atenção:

- Analisar a necessidade de um comboio extra, visto que no estudo anterior ele está no limite de tempo e capacidade para atender as linhas;
- Ao transformar o comboio para misto, o novo *layout* deverá ser dividido em três áreas de atendimento, de forma que um comboio não interrompa o percurso de um segundo comboio. Eles sairiam um em seguida ao outro, e sempre no mesmo horário, indo diretamente para a sua “área de atendimento”;
- Realizar um estudo para minimizar o tempo do *Shop Stock* nas linhas e padronizar um horário para os comboios saírem.

Respeitando o tempo de abastecimento de matéria prima às linhas, o sistema de abastecimento e recolha continuaria funcionando concomitantemente, com algumas ressalvas:

1. O comboio não sairia apenas cheio e sim com as indicações das embalagens apresentadas no ecrã no tempo estipulado através de cálculos em função do abastecimento de matéria prima;
2. A capacidade de embalagens do tipo contentor reduziria por comboio, mas aumentaria em função de um terceiro comboio;
3. O comboio ampliaria a dimensão de seus vagões para acomodarem embalagens de maiores dimensões, que hoje são abastecidas manualmente.

Essas e outras sugestões de melhoria e otimização vão surgindo quando em contato no terreno. Para mensurar os ganhos e eliminação de desperdícios, é importante que da gerência aos operadores, sigam e respeitem as mudanças estipuladas no exercício das suas funções.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5.1 ARTIGOS E LITERATURA

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

Por fim, este último capítulo reúne as fontes bibliográficas de todas as citações mencionadas ao longo deste trabalho.

5.1 ARTIGOS E LITERATURA

- [1] Colt, S. *Inventor and Inventions: Accidents and Mistakes*, New York: Marshall Cavendish, 2008.
- [2] Dubé, R. *Prédiction de la Distance Résiduelle*, Université de Sherbrooke, Québec, 2014.
- [3] Brandão, R. *O automóvel no Brasil entre 1955 e 1961: A invenção de novos imaginários na era JK*, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, 2011.
- [4] Cabral, J., Murphy, C. *Fuel cell: O meio-ambiente e o carro*, Rio de Janeiro: Cassará, 2012.
- [5] Neto, B. “Fordismo e Ohnoísmo: Trabalho e Tecnologia na Produção em Massa,” *Estudos Econômicos*, n.º pp. 317-349, 1998.
- [6] [Online]. Available: <http://www.oica.net/category/production-statistics/>. [Acedido em 05 04 2018].
- [7] Majumder, M. *Impact of Urbanization on Water Shortage in Face of Climatic Aberrations*, New York: Springer, 2015.
- [8] [Online]. Available: <http://www.oica.net/category/production-statistics/2017-statistics/>. [Acedido em 20 05 2018].
- [9] Schor, T. “Violência e mal estar na sociedade: O automóvel e o desgaste social,” *São Paulo em Perspectiva*, vol. 3, 1999.
- [10] “OICA,” [Online]. Available: www.oica.net/a-growth-industry-2/. [Acedido em 20 03 2018].
- [11] [Online]. Available: <http://www.oica.net/category/economic-contributions/auto-job/s>. [Acedido em 01 06 2018].
- [12] “OICA,” [Online]. Available: www.oica.net/research-and-development-auto-jobs/. [Acedido em 20 03 2018].
- [13] [Online]. Available: <http://www.oica.net/wp-content/uploads//Ranking-2014-Q4-Rev.-22-July>. [Acedido em 20 05 2018].
- [14] [Online]. Available: <http://www.oica.net/wp-content/uploads//ranking2015>.

- [Acedido em 20 05 2018].
- [15] [Online]. Available: <http://www.oica.net/wp-content/uploads/World-Ranking-of-Manufacturers>. [Acedido em 20 05 2018].
- [16] McCarthy, N. [Online]. Available: <https://www.statista.com/chart/1451/germany-is-the-worlds-no-one-automobile-exporter-by-far/>. [Acedido em 23 05 2018].
- [17] [Online]. Available: <https://www.statista.com/chart/1451/germany-is-the-worlds-no-one-automobile-exporter-by-far/>. [Acedido em 05 04 2018].
- [18] Casotti, B., Goldenstein, M. “Panorama do setor automotivo: as mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil,” *BNDES Setorial*, n.º pp. 147-188, 2008.
- [19] “Verband Der Automobilindustrie,” [Online]. Available: www.vda.de/de/themen/automobilindustrie-und-maerkte/produktion/entwicklungen-in-der-produktion.html. [Acedido em 20 03 2018].
- [20] [Online]. Available: <http://www.acea.be/statistics/tag/category/world-production>. [Acedido em 10 04 2018].
- [21] [Online]. Available: [www.autoinforma.pt/index.php?MIT=0&template_id=315&xpto=1&a\[\]=036458,,,0,](http://www.autoinforma.pt/index.php?MIT=0&template_id=315&xpto=1&a[]=036458,,,0,) [Acedido em 20 03 2018].
- [22] Vale, A., Monteiro, G., Santos, M., Costa, D., Ferreira, J., Ribeiro, P. *A Indústria Automóvel e Portugal*, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Porto, 2013.
- [23] “ACEA,” [Online]. Available: www.acea.be/statistics/tag/category/eu-production. [Acedido em 20 03 2018].
- [24] [Online]. Available: <http://www.acea.be/statistics/tag/category/eu-production>. [Acedido em 10 05 2018].
- [25] [Online]. Available: <https://pecasauto.acap.pt/pt/pagina/2/sector-em-numeros/2/>. [Acedido em 04 06 2018].
- [26] Costa, T. *Melhoria de processo na indústria de pneus*, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Porto, 2016/2017.
- [27] “The Automotive World,” [Online]. Available: www.automotiveworld.com/analysis/industry-4-0-rise-smart-manufacturing/. [Acedido em 05 04 2018].
- [28] Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., Harnisch, M. “Industry 4.0: The future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries,” *The Boston Consulting Group (BCG)*, 2015.
- [29] Guerreiro, B., Lins, R., Sun, J., Schmitt, R. “Definition of Smart Retrofitting: First Steps for a Company to Deploy Aspects of Industry 4.0,” *Advances in Manufacturing*, n.º pp. 161-170, 2018.

- [30] Mendes, C., Siemon, F., Campos, M. "Estudos de caso da indústria 4.0 aplicados em uma empresa automobilística," *POSGERE*, vol. 4, n.º pp. 15-25, 2017.
- [31] Erdogan, M., Ozkan, B., Karasan, A., Kaya, I. "Selecting the Best Strategy for Industry 4.0 Applications with a Case Study," *Industrial Engineering in the Industry 4.0 Era*, n.º pp. 109-119, 2018.
- [32] Stock, T., Seliger, G. "Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0," *Science Direct*, n.º pp. 336-341, 2016.
- [33] Geissbauer, R., Vedso, J., Scrauf, S. "Price Waterhouse Coopers," 2016. [Online]. Available: www.pwc.com.br/pt/publicacoes/servicos/assets/consultoria-negocios/2016/pwc-industry-4-survey-16.pdf. [Acedido em 12 04 2018].
- [34] Drath, R., Horch, A. "Industrie 4.0 - Hit or Hype?," *IEEE Industrial Electronics Magazine*, vol. 2, n.º pp. 56-58, 2014.
- [35] Kagermann, H., Lukas, W., Wahlster, W. "Abschotten ist Keine Alternative," 2016. [Online]. Available: www.vdi-nachrichten.com/Technik-Gesellschaft/Abschotten-Alternative. [Acedido em 05 04 2018].
- [36] Alves, F., Almeida, C., Sampaio, P., Reis, C. "Análise dos Requisitos de Cliente: Estudo de Caso na Indústria Automóvel," *Revista Qualidade*, vol. 21, n.º pp. 16-21, 2017.
- [37] [Online]. Available: www.iso.org/iso-9001-quality-management.html. [Acedido em 05 04 2018].
- [38] *Norma Portuguesa: Sistema de Gestão da Qualidade - Requisitos (ISO 9001:2015)*, Comité Europeu de Normalização, Bruxelas ed., Comité Europeu de Normalização, Bruxelas, 2015.
- [39] Automotive Quality Management System Standard. *Quality management system requirements for automotive production and relevant service parts organizations*, 2016.
- [40] [Online]. Available: www.iatfglobaloversight.org/iatf-169492016/about/. [Acedido em 05 04 2018].
- [41] *IATF 16949 - Qualification for 1st/2nd Party Auditor*, OPCO - Creating Solutions, Portugal, 2017.
- [42] Harding, J., Popplewell, K., Fung, R., Omar, A. "An intelligent information framework relating customer requirements and product characteristics," *Computers in Industry*, vol. 1, n.º pp. 51-65, 2001.
- [43] Gomes, E., Morgado, A. *Compêndio de Administração*, Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- [44] Moia, R., Constant, D., Silva, J., Souza, T., Bueno, T., Roque, M. "Logística de Abastecimento: os gargalos na gestão de suprimentos de uma franquia," *Desenvolvimento das redes de suprimentos e da logística no agronegócio*, vol. 6, 2015.
- [45] Costa, R., Henkin, H. "Estratégias competitivas e desempenho da indústria automobilística no Brasil," *Economia e Sociedade*, vol. 2, n.º pp. 457-487, 2016.

- [46] Boyer, R., Freyssenet, M. "Rewriting the Future. Profit Strategies, forms of Internationalisation and New Spaces in the Automobile Industry", n.º pp. 81-97, 2006.
- [47] Rabello, S., Ribeiro, A., Fernandes, L., Costa, M., Venuto, R., Lacerda, R., Leão, M., Abreu, B., Pinheiro, F. "A criatividade e a inovação como mecanismo de transformação no ramo automobilístico," *Revista Expressão*, 2016.
- [48] Frohm, J., Lindström, V., Winroth, M., Stahre, J. "The industry's new on automation in manufacturing," *IFAC Proceedings Volumes*, vol. 4, n.º pp.453-458, 2006.
- [49] Neves, P. *Abastecimento de Peças a uma Linha de Montagem Final*, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2009.
- [50] Alves, A. *Criação de uma ferramenta de optimização dos circuitos logísticos*, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2013.
- [51] Nomura, J., Takakuwa, S. "Optimization of a number of containers for assembly lines: the fixed-course pick-up system," *Int j simul*, vol. 4, n.º pp. 155-166, 2006.
- [52] Rodrigues, N. *Mizusumashi na Optimização da Logística Interna da Indústria Automóvel*, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2011.
- [53] Carvalho, P. *Implementação do sistema Milk Run - Comboios Logísticos*, Instituto Superior Politécnico do Porto - APNOR, Porto, 2013.
- [54] Godinho, C. *Melhoria da eficiência operacional do fluxo de rolhas naturais no seu processo produtivo*, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2006.
- [55] Vilaça, J. *Melhoria do abastecimento interno com comboio logístico na indústria automóvel*, Universidade de Aveiro, 2015.
- [56] Barreiros, Â., Cavalheiro, F., Castro, J., Pinto, M. *O Sistema Mizusumashi*, 2015.
- [57] Coimbra, E. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*, New York: McGraw-Hill, 2013.
- [58] Monteiro, T. *Otimização de mizusumashi*, Instituto Politécnico do Porto (ISEP), Porto, 2014.
- [59] Panneerselvam, R. *Production and operations management*, New Delhi: PHI Learning, 2005.
- [60] Sivasankaran, P., Shahabudeen, P. "Literature review of assembly line balancing problems," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 73, n.º pp. 1665-1694, 2014.
- [61] Yuan, B., Zhang, C., Shao, X., Jiang, Z. "An effective hybrid honey bee mating optimization algorithm," *Computers & Operations Research*, n.º pp. 32-41, 2015.
- [62] Make, M., Rashid, M., Razali, M. "A review of two-sided assembly line balancing problem," *Int J. Adv. Manuf. Technol.*, 2016.
- [63] Farnes, V., Pereira, N. "Balanceamento de linha de montagem como uso de heurística para simulação: estudo de caso na linha branca," *XIII SIMPEP*, 2006.
- [64] Alghazi, A., Kurz, M. "Mixed model line balancing with parallel stations, zoning constraints, and ergonomics," *Constraints*, 2017.
- [65] Rodrigues, L. "A importância do fluxo de materiais no sistema de manufatura como

- fator determinante para a competitividade de uma empresa - uma abordagem conceitual," *XIII SIMPEP*, 2006.
- [66] Campos, A. A gestão da cadeia de suprimentos, Curitiba: IESD Brsial S.A., 2010.
- [67] Szozda, N., Wojciechowska, S. "Influence of the demand planning process on logistic system reliability. case study," *Total Logistic Management*, n.º pp. 147-166, 2011.
- [68] Scramim, F., Batalha, M. "Supply Chain Management em cadeias agroindustriais: discussões a cerca das aplicações no setor lácteo brasileiro," *II Workshop Brasileiro de Gestão de Sistemas Agroalimentares*, n.º pp. 33-44, 199.
- [69] Novaes, A. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição, Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- [70] Stevens, G. "Integrating the Supply Chain," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 8, n.º pp. 3-8, 1989.
- [71] Childerhouse, P., Towill, D. "Simplified material flow holds the key to supply chain integration," *The International Journal of Management Science*, n.º pp. 17-27, 2002.
- [72] Krolczyk, J., Karolzyk, G., Legutko, S., Napiorkowski, J., Hloch, S., Foltys, J., Tama, E. "Material flow optimization - a case study in automotive industry," *Tehnički vjesnik*, vol. 6, n.º pp. 1447-1456, 2015.
- [73] Rakyta, M., Chromjaková, F. "Productivity raising approaches in the logistic production system," *Management: Journal of Contemporary Management*, Vols. %1 de %21-2, n.º pp. 17-24, 2001.
- [74] Lima, P. *Os impactos do arranjo físico nos processos de uma agência bancária*, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, 2016.
- [75] Silva, A., Rentes, A. "Um modelo de projeto de layout para ambientes job shop com alta variedade de peças baseado nos conceitos da produção enxuta," *Gestão & Produção*, vol. 3, 2012.
- [76] Peinado, J., Graeml, A. *Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)*, Curitiba: UnicenP, 2007.
- [77] Dalmas, V. *Avaliação de um layout celular implementado: um estudo de caso em uma indústria de autopeças*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2004.
- [78] Slack, N., Chambers, S., Johnston, R. *Administração da produção*, São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002.
- [79] Becker, C., Scholl, A. "A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing," *European Journal of Operational Research*, n.º pp. 694-715, 2006.
- [80] Chirolí, D., Castro, G. "Eficiência global dos equipamentos: aplicação da métrica para gerenciamento efetivo de uma cadeia produtiva de plásticos," *XVIII Simpósio De Engenharia De Produção*, 2011.
- [81] Guia para Melhoria de Processos no Governo de Minas Gerais, Minas Gerais: Imprensa Oficial, 2012.

- [82] Morais, A., Rocha, A., Massensini, R., Ferreira, V. "Otimização de processos como instrumento para melhoria da prestação de serviços públicos e da comunicação com o cidadão no governo de minas gerais," *VI Congresso CONSAD*, 2013.
- [83] Martins, H., Marini, C. Um guia de Governança para Resultados na Administração Pública, Brasília: Public Editora, 2010.
- [84] Soković, M., Jovanović, J., Krivokapić, A., Vujović, A. "Basic Quality Tools in Continuous Improvement Process," *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 5, n.º pp. 1-9, 2009.
- [85] Maruta, R. "Maximizing Knowledge Work Productivity: A Time Constrained and Activity Visualized PDCA Cycle," *Knowledge and Process Management*, vol. 4, n.º pp. 203-214, 2012.
- [86] Johnson, C. "The Benefits of PDCA," *Quality Progress*, vol. 5, n.º pp. 120, 2002.
- [87] Ning, J., Chen, Z., Liu, G. "PDCA Process Application in the Continuous Improvement of Software Quality," *International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering (CMCE)*, n.º pp. 61-65, 2010.
- [88] Borges, G., Carvalho, L., Oliveira, S., Mendonça, M., Rodrigues, I. "Na produção, nada se perde, tudo se transforma: um ensaio acerca da evolução dos modelos de produção," *Revista FSA*, vol. 2, n.º pp. 54-69, 2012.
- [89] Rocha, E. *Métodos e sistemas de gestão de produção de veículos sob a ótica das tendências de produção sob encomenda e de customização em massa*, Pontifícia Universidade Católica (PUC), Rio de Janeiro, 2005.
- [90] Shah, R., Ward, P. "Lean Manufacturing: context, prapicebundles, and performance," *Journal of Operations Management*, vol. 2, n.º pp. 129-149, 2003.
- [91] Rodríguez, M., Lopez, Y., Flores, D., Tlapa, d., Iniesta, A. "Lean Manufacturing: A Strategy for Waste Reduction," *New Perspectives on Applied Industrial Tools and Techniques*, n.º pp. 153-174, 2017.
- [92] Radnor, Z., Holweg, M., Waring, J. "Lean in healthcare: The unfilled promise?," *Social Science & Medicine*, vol. 3, n.º pp. 364-371, 2012.
- [93] Rodrigues, A., Neto, A. *Princípios e filosofia lean*, Belo Horizonte: Atena Editora, 2017.
- [94] Gomes, P. "A evolução do conceito de qualidade: dos bens manufacturados aos serviços de informação," *Cadernos Bad*, n.º pp. 6-17, 2004.
- [95] P. Silva e M. Sartori, "A UTILIZAÇÃO PRÁTICA DO PDCA E DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE COMO PROVIDORAS INTRÍNSECAS PARA MELHORIA CONTÍNUA NOS PROCESSOS PRODUTIVOS EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL," *Revista Organização Sistêmica*, vol. 3, n.º pp.39-55, 2014.
- [96] Machado. R., Francisco, A. "Melhoria contínua como ferramenta para o aumento da competitividade organizacional: um estudo de caso no setor metal metalúrgico," *XII SIMPEP*, 2005.
- [97] Bessant, J., Caffyn, S., Gallagher, M. "An evolutionary model of continuous

- improvement behaviour,” *Technovation*, n.º pp. 67-77, 2001.
- [98] Silda, P. *Kaizen no âmbito da Logística Industrial*, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2008.
- [99] Attadia, L., Martins, R. “Medição de desempenho como base para evolução da melhoria contínua,” *Revista Produção*, vol. 2, n.º pp. 33-41, 2003.
- [100] Mesquita, M., Alliprandini, D. “Competências Essenciais para Melhoria Contínua da Produção: estudo de caso em empresas da indústria de autopeças,” *gestão & produção*, vol. 1, n.º pp. 17-33, 2003.
- [101] Zampini, C. *Proposta para estruturação da gestão da melhoria contínua em uma fabricante de bebidas*, Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), São Carlos, 2008.
- [102] Costa, T., Silva, F., Ferreira, L. “Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology,” *Manufacturing Engineering Society International Conference*, pp. 1104-1111.
- [103] Kamble, P. Kumar, A. “Application of DMAIC Six Sigma Methodology: A Case Study,” *International Journal of Reserach in Advent Technology*, vol. 5, n.º pp. 6-10, 2017.
- [104] Kaushik, P. Khanduja, D. “Application of Six Sigma DMAIC methodology in thermal power plants: A case study,” *Total Quality Management & Business Excellence*, vol. 20, n.º pp. 197-207, 2009.
- [105] Ricardo, C., Pimentel, M. “Aplicação de melhoria contínua em um processo interno de uma empresa metal-mecânica,” *Congresso Nacional de Excelência em Gestão*, 2016.