

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**BEATRIZ BITENCOURT DE SOUZA
VALÉRIA MORO CAMPESE**

**ESTUDO DE VIABILIDADE DA AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE
MOVIMENTAÇÃO DE PORTAS EM UMA MONTADORA DE
CAMINHÕES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2019

BEATRIZ BITENCOURT DE SOUZA
VALÉRIA MORO CAMPESE

**ESTUDO DE VIABILIDADE DA AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE
MOVIMENTAÇÃO DE PORTAS EM UMA MONTADORA DE
CAMINHÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, do Departamento Acadêmico de Eletrônica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Mezzadri

PONTA GROSSA

2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Ponta Grossa
Diretoria de Graduação e Educação
Profissional Departamento Acadêmico de
Eletrônica
Engenharia Elétrica



TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO DE VIABILIDADE DA AUTOMAÇÃO DO PROCESSO
DE MOVIMENTAÇÃO DE PORTAS EM UMA MONTADORA DE
CAMINHÕES

por

BEATRIZ BITENCOURT DE SOUZA

e

VALÉRIA MORO CAMPENSE

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 14 de junho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia Elétrica. O(A) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof(a). Dr. Felipe Mezzadri
Orientador(a)

Prof(a). Dr. Frederic Conrad Janzen
Membro Titular

Prof(a). M.Eng.Rafael Schmidt Baumel
Membro Titular

Prof. Dr. Josmar Ivanqui
Responsável pelos TCC

Prof. Dr. Sergio Okida
Coordenador do Curso

– O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso –

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaríamos de agradecer a Deus por nos ter dado força e saúde nessa trajetória para nos tornarmos engenheiras, nos dando paciência e discernimento para enfrentar as dificuldades que surgiram no decorrer da graduação.

Agradecemos nossas famílias pelo apoio e carinho em todos os momentos de dificuldades e conquistas, e que mesmo distantes se fizeram presentes, sem vocês a realização desse sonho não seria possível.

Agradecemos a todos os nossos amigos pelo companheirismo e parceria durante esses anos de graduação, compartilhando conosco momentos de dificuldades e alegria que foram essenciais em nossa trajetória. Muito obrigada por serem nossa família em Ponta Grossa, a qual estará sempre em nossos corações.

Por fim, agradecemos a empresa na qual estagiamos que além de nos abrir as portas para o nosso primeiro contato profissional, também contribuiu para a realização deste trabalho, nos proporcionando muito aprendizado e evolução tanto quanto profissionais como pessoas.

RESUMO

SOUZA, Beatriz B.; CAMPESE, Valéria M. **Estudo de Viabilidade da Automação do Processo de Movimentação de Portas em uma Montadora de Caminhões**. 2019. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

O atual mercado direciona-se para o cliente e para se manter competitivo é necessário garantir o melhor nível de atendimento possível, ou seja, entregar no tempo e na qualidade proposta o produto correto. Sendo assim, as atividades logísticas e de melhoria contínua passam a ser incrementadas nas decisões estratégicas das organizações, de maneira a sempre manter o equilíbrio ideal entre satisfazer o cliente e reduzir os custos. O estudo apresentado neste trabalho ocorreu em uma montadora de caminhões na movimentação de portas entre linhas de produção, devido a defasagem tecnológica existente na mesma, em comparação a outras montadoras. Sendo assim, o trabalho foi dividido em três frentes a de logística, melhoria contínua e a do veículo autoguiado (AGV), que é um sistema que possibilita um melhor desempenho e custo benefício no processo de locomoção de peças. Para o estudo da logística identificou-se e analisou-se o *layout* de transporte de portas e o tempo utilizado no processo. Já para o estudo da melhoria contínua, focou-se na melhoria a ser aplicada no *layout*. Cada AGV tem suas propriedades, vantagens e desvantagens e para cada caso utiliza-se o que se adequa melhor a situação estudada. Este tipo de sistema possibilita a melhoria de um processo totalmente manual, automatizando-o. O presente trabalho trata da análise das propriedades e viabilidade da instalação desse tipo de sistema em uma linha de portas de uma montadora de caminhões, verificando suas características e compreendendo seu funcionamento. Foi dividido em três partes, as quais são o mapeamento da situação inicial e verificação da aplicabilidade das tecnologias disponíveis e a aplicabilidade do projeto. Após identificação e análise do processo obteve-se um retorno sobre investimento de 24 anos e 7 meses e desta forma pode-se chegar à conclusão de que atualmente não há a necessidade da implementação da tecnologia, já que a empresa tem uma produção diária baixa e, portanto, a utilização da mão de obra humana é atualmente suficiente para o processo.

Palavras-chave: Veículo autoguiado, sensor óptico, movimentação de portas.

ABSTRACT

SOUZA, Beatriz B.; CAMPESE, Valéria M. **Feasibility Study of the Automation of the Doors Movement process in a Truck Assembler**. 2019. 55 f. Graduation Course Work (Electrical Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa, 2019.

The current market is directed to the customer and to remain competitive it is necessary to guarantee the best level of service possible, that is, to deliver the correct product in time and in the proposed quality. As a result, logistic and continuous improvement activities are incremented in the strategic decisions of the organizations, in order to always maintain the ideal balance between satisfying the customer and reducing costs. The study presented in this work occurred in a truck assembler in the doors handling between production lines, due to the technological gap existing in the same, in comparison to other assemblers. Therefore, the work was divided into three fronts: logistics, continuous improvement and automatic guided vehicle (AGV), which is a system that allows better performance and cost-effectiveness in the process of locomotion of parts. For the study of logistics, it was identified and analyzed the doors handling layout and the time used in the process. Already for the study of continuous improvement, focused on the improvement to be applied in the layout. Each AGV has its properties, advantages and disadvantages and for each case it is used what is better suited to the studied situation. This type of system enables the improvement of a fully manual process, automating it. The present work deals with the analysis of the properties and feasibility of the installation of this type of system in a line of doors of a truck assembler, verifying its characteristics and understanding its operation. It was divided into three parts, which are the mapping of the initial situation and verification of the applicability of the available technologies and the applicability of the project. After identifying and analyzing the process, it was obtained a return on investment of 24 years and 7 months and in this way, can conclude that there is currently no need to implement the technology, since the company has a low daily production and, therefore, the use of human labor is currently sufficient for the process.

Keywords: Automatic guided vehicle, optical sensor, door handling.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxo de Planejamento e Coordenação	18
Figura 2 - Relação entre as atividades logísticas	20
Figura 3 - Integração Logística	21
Figura 4 - Guia Indutivo	28
Figura 5 - Sensor a <i>Laser</i>	28
Figura 6 - Reflexão Óptica	29
Figura 7 - Magnético	30
Figura 8 - Etapas do Processo	32
Figura 9 - Layout inicial	35
Figura 10 - Lógica de curva.....	40
Figura 11 - Novo <i>layout</i>	42
Gráfico 1 - Crescimento da Produção	45
Gráfico 2 - Estimativa de Crescimento	46
Gráfico 3 - Conjunto de Portas Movimentadas pelo AGV e Operador	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tirada de Tempo Total	36
Tabela 2 - Tirada de Tempo 1 para 2	37
Tabela 3 - Tirada de Tempo 3 para 4	37
Tabela 4 - Tirada de Tempo 5 para 6	38
Tabela 5 - Compra do Sistema AGV	44
Tabela 6 - Locação do Sistema AGV	44
Tabela 7 - Gasto com aluguel em 26 meses	47

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

AGV	<i>Automatic Guided Vehicle (Veículos Automaticamente Guiado)</i>
CSCMP	<i>Council of Supply Chain Management Professionals (Conselho de Profissionais de Gerenciamento de Suprimentos)</i>
EUA	Estados Unidos da América
ROI	<i>Return On Investment (Retorno Sobre Investimento)</i>
TT	Tempo Total
TPD	<i>Trucks per Day (Caminhões por Dia)</i>
RFID	<i>Radio-Frequency IDentification (Identificação por Radiofrequência)</i>
CPS	Capacidade Produtiva do Sistema
CPE	Capacidade Produtiva Efetiva

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVAS	14
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 Objetivo Geral.....	15
1.2.2 Objetivos Específicos.....	15
1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA	15
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 LOGÍSTICA.....	17
2.2 MELHORIA CONTÍNUA.....	23
2.3 VEÍCULO AUTOMATICAMENTE GUIADO (AGV)	26
3 METODOLOGIA	31
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	31
3.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS	32
3.3 OPERACIONALIZAÇÃO DA VARIÁVEL	33
3.4 IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS	34
4 DIAGNÓSTICO INICIAL	35
4.1 ESTUDO DA POSSÍVEL MELHORIA DO <i>LAYOUT</i> DA ROTA ATUAL.....	35
4.2 ANÁLISE DO ESTUDO DE TEMPO DO PROCESSO	36
5 VERIFICAÇÃO DA APLICABILIDADE DAS TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS	39
5.1 OPERAÇÃO.....	39
5.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS	40
5.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS	41
6 APLICABILIDADE DO PROJETO	42
6.1 DEFINIR UM NOVO <i>LAYOUT</i> DE ROTA PARA LINHA DE PORTAS.....	42
6.2 AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DO PROJETO	43
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
7.1 CRESCIMENTO DA EMPRESA	45
7.2 RETORNO SOBRE INVESTIMENTO (ROI)	46

7.3 CAPACIDADE PRODUTIVA DO SISTEMA.....	48
8 CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

O atual cenário econômico e as mudanças do mercado fazem com que as empresas necessitem conciliar as novas tendências e exigências, com o intuito de enfrentarem o mercado de maneira a não comprometer o orçamento da organização e se manter competitiva. Seguindo essa mesma linha de raciocínio é sensato que as empresas busquem em suas atividades a melhoria contínua, uma vez que além de proporcionar individualização de mercado também é uma forma de redução de custos. Essa particularidade permite que a empresa obtenha vantagem competitiva e se ressalte em relação à concorrência (KREMER; RIBEIRO, 2017).

As atividades que compõem o processo de construção de um produto necessitam de movimentação e transporte de matéria prima devido as várias etapas a serem percorridas, sendo que essas etapas consomem muito tempo do trânsito de materiais e espaço físico no âmbito fabril. Uma das atividades essenciais no processo produtivo, senão, a mais importante, é a movimentação de cargas, já que as peças e produtos percorrem grandes distâncias dentro da fábrica, até sua estação de montagem. Há a necessidade de que os materiais a serem utilizados na montagem dos produtos cheguem ao seu local instantes antes (PASSOS, 2008).

A utilização de robôs na indústria vem se tornando uma tendência devido à grande capacidade em executar atividades produtivas que tenham relação com o espaço, agilidade, flexibilidade, dinamismo, precisão e fatores de risco. O desenvolvimento de sistemas robóticos tem como principal objetivo substituir o homem na função de atividades produtivas.

São muitas as tarefas realizadas pelos robôs atuais, entre as quais é possível citar a utilização dos Veículos Autoguiados (AGV – *Automatic Guided Vehicle*) na substituição de empilhadeiras e realocação de peças durante uma etapa do processo de montagem (SISTEMA..., 20--).

Veículos autoguiados são veículos dedicados para a movimentação em pequenas ou grandes distâncias, para melhorar os tempos de resposta na movimentação interna de materiais. O sistema de AGV's pode ser utilizado tanto para distribuição de produtos em uma fábrica como em uma etapa do processo de fabricação, transportando o material de uma estação para a outra. A principal funcionalidade que ele deve desempenhar é: transportar a carga de uma

determinada localidade até seu destino, construindo assim sua rota para realizar a entrega. Possuem como vantagem dividir corredores com pessoas e empilhadeiras, se adequam a áreas pequenas e apertadas e se adaptam a mudanças de trajetos. O mesmo é empregado em ambientes que possuem fluxo repetitivo de deslocamento de materiais entre pontos previamente determinados, mas que devem ser capazes de operar em um ambiente dinâmico e propício a mudanças (ESTUDO..., 20--).

Atualmente a montadora conta com dois operadores responsáveis pelas atividades de movimentação de *dolly*, carrinho que facilita a movimentação de peças e/ou materiais como imagem abaixo, com portas, este trabalho pretende destacar os benefícios da implantação do sistema AGV no processo da linha de portas de uma montadora de caminhões, atuando diretamente na redução de custos de produção e na utilização do tempo dos operadores em outras atividades, aumentando a produtividade, sendo direcionado para a área de manufatura com foco nas atividades logísticas, mais precisamente na utilização da tecnologia para o gerenciamento de transporte de portas na montadora.



Figura 1 - Carrinho para Transporte de Portas – Dolly
Fonte: Autoria Própria

Ao projetar um sistema de AGV é necessário analisar qual sistema utilizar em cada situação. Os tipos de AGV's serão divididos neste trabalho pela sua orientação. Sendo elas, óptica, indutiva, magnética e *laser*.

1.1 JUSTIFICATIVAS

As organizações hoje em dia enfrentam um ambiente cada vez mais arrojado e eficiente, de modo que essa condição exige uma adequação às novas práticas de trabalho. A evolução e competição tornaram o tempo e conhecimento importantes diferenciais competitivos para a empresa. (MACHADO; FRANCISCO, 2005). Segundo SIMÕES e ALLIPRANDINI (2006), o conceito de melhoria contínua implica em um processo sem fim, onde são analisados criticamente os trabalhos e resultados de uma operação. Para SHIBA *et al.* (1997) qualquer atividade pode ser melhorada se a prática atual for sistematicamente compreendida, se a melhoria for planejada, se for capaz de implementar e planejar soluções, analisar causas e resultados para, então, começar novamente o ciclo.

A logística, a partir do planejamento, implementação e controle eficiente de fluxos de materiais desde o seu início até o consumidor, se torna responsável por fornecer ao cliente o que se é desejado, de acordo com o CONSELHO DE PROFISSIONAIS DE GERENCIAMENTO DE SUPRIMENTOS - *COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS* (CSCMP, 2013). A alta competitividade incentiva as organizações a atenderem as necessidades dos consumidores com baixos custos, além de entregar um produto de qualidade no tempo e quantidade certos. A logística empresarial requer a prática de condutas para aumentar a produtividade das operações e a objetividade na tomada de decisão quanto as movimentações, transportes e armazenagem (SAKAI, 2005).

Diante as exigências mercadológicas e a necessidade de ganho de tempo no processo, faz-se necessária a mudança de todo o modelo de execução vigente, assim como proposto no presente trabalho, onde será substituída a mão de obra do operador pelo uso de um sistema inteiramente automatizado, o qual deve ser exercido de forma a aumentar o tempo hábil de produção do operador, deixando o produto com a mesma ou maior qualidade e buscando um valor de produção igual ou melhor ao atual.

Um dos fatores que faz com que o valor do produto se eleve é a necessidade de que haja movimentação do mesmo, por parte do operador, entre estações. Essa mudança acarretará, sempre que feita de maneira eficiente, em uma redução de gastos desnecessários para a empresa e diminuição do tempo do processo, fazendo com que o operador passe a usufruir do seu tempo de maneira mais proveitosa

(SOUZA; ROYER, 2013). A proposta do trabalho em vigor, é fazer com que o valor do produto final seja alterado, de maneira significativa para a empresa, somente com a exclusão dessa etapa do processo, proporcionando segurança e eficiência.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade da automatização da linha de portas através da avaliação de tempo, deslocamento do operador e *layout* da linha em uma montadora de caminhões, onde se pretende comprovar a possibilidade do aumento de produção apenas com o investimento no sistema estudado, sem a necessidade de contratação de novos funcionários para a realização dessa atividade.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como forma de atingir o objetivo geral definiu-se os seguintes objetivos específicos:

- Análise do estudo de tempo do processo;
- Estudo da possível melhoria do *layout* da rota atual;
- Verificar a possível aplicação das tecnologias disponíveis;
- Definir um novo *layout* de rota para linha de portas;
- Avaliar a aplicabilidade do projeto.

1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O presente trabalho está direcionado para a área de movimentação logística com foco nas atividades de melhoria contínua, mais precisamente na utilização da

tecnologia AGV. O objeto de estudo é a subestação de montagem de portas em uma multinacional da área automotiva situada no estado do Paraná.

O processo ocorre de modo que o operador retira a porta da cabine através de um manipulador, a colocando em uma *dolly* sobre trilhos. Em seguida um segundo operador busca a *dolly*, e a leva para a área de submontagem. Após o processo de submontagem da porta, um terceiro operador busca a mesma e a leva até a área de instalação da porta pronta na cabine, sendo que o mesmo operador após reinstalar a porta na cabine, leva a *dolly* vazia até o início do processo.

O estudo volta-se para utilização de um equipamento autoguiado, o qual substituirá a mão de obra logística dos operadores, em relação a movimentação das portas, obtendo assim uma melhoria significativa no ganho de tempo e qualidade do trabalhador.

A composição e as configurações do equipamento utilizado para realização das melhorias destacadas nesse trabalho foram desconsideradas na análise, visto que as mesmas já são pré-estabelecidas pelo fornecedor.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi estruturado em oito capítulos, sendo que nesse primeiro delimitou-se ao tema de estudo, as justificativas de abordagem e os objetivos da pesquisa. O Capítulo 2 apresenta o embasamento teórico sobre a área de estudo e está dividido em 3 seções de acordo com as subáreas de interesse, sendo estas: logística, melhoria contínua e AGV. No Capítulo 3 é apresentada a metodologia empregada para a aplicação da presente pesquisa enquanto que nos Capítulos 4, 5 e 6 são apresentados o diagnóstico inicial, a verificação da aplicabilidade das tecnologias disponíveis e a aplicabilidade do projeto, no Capítulo 7 são apresentados os resultados e as discussões referentes ao projeto. Para finalizar, o Capítulo 8 aborda as conclusões do presente trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Atualmente a logística é considerada uma área de extrema importância para as organizações, já que está diretamente ligada à possibilidade de redução de custos e a obtenção de vantagem competitiva (TINELLI, 2013; NOVAES, 2015).

Para ROBBINS (2002, p. 441),

“A melhoria contínua se opõe a uma das mais históricas abordagens norte-americanas da administração, que é ver o projeto de trabalho como algo linear, com um começo e um fim. A busca da melhoria contínua gera uma corrida sem linha de chegada. ”

Sendo assim, a melhoria contínua é uma melhoria sem linha de chegada, não se tem fim.

Para isso, os AGV foram inseridos nos processos produtivos e são utilizados para transporte e transferências de produtos e materiais e seu armazenamento.

Dessa maneira, este capítulo apresenta a fundamentação teórica para o presente trabalho. Inicialmente citaremos sobre a área logística e em seguida abordaremos o assunto de melhoria contínua, para então se aprofundar nos conceitos do sistema AGV.

2.1 LOGÍSTICA

A atividade logística teve seu início com a aparição das primeiras civilizações, as quais precisavam transportar e armazenar mercadorias (SORIANO, 2013). No entanto, os princípios logísticos foram praticados primeiramente na área militar para melhor destinação dos recursos em períodos de guerra, onde o intuito era assegurar que os mesmos estivessem disponíveis nas proporções adequadas e nos locais certos, para assim vencer as batalhas (MARTINS; ALT, 2009). Porém, FARIA (2012) considera que a logística não deveria ter seu início associado apenas às guerras, pois a mesma pode ser referida em diversas outras realizações também, por exemplo, a construção das pirâmides no Egito e a muitas outras grandiosas obras.

Há muito tempo, a logística era uma atividade “esquecida”, considerada apenas como apoio, não necessária para o sucesso dos negócios. A maneira de reconhecê-la vem mudando expressivamente a cada dia (FARIA, 2012).

A logística pode ser definida a partir dos vários processos sendo realizados da forma correta, o produto deve estar no local certo, na sua quantidade certa, no prazo pré-definido, com toda a documentação adequada, sendo produzido ao menor custo viável, na melhor qualidade, agregando valor ao produto. Tudo isso sempre priorizando a integridade dos empregados, fornecedores e clientes e nunca esquecendo da preservação do meio ambiente (ROSA, 2010).

Os conceitos logísticos se expandiram para a área empresarial devido à indispensabilidade de melhoria no atendimento aos clientes. Desta maneira, as organizações procuraram melhorar seu nível de serviço pelo meio de um planejamento mais viável, organização e controle das práticas de armazenagem e movimentação (BALLOU, 1993). Esse planejamento, organização e controle das atividades pode ser melhor observado através da Figura 1, onde um fluxograma apresenta todo o planejamento e coordenação das atividades no processo logístico.

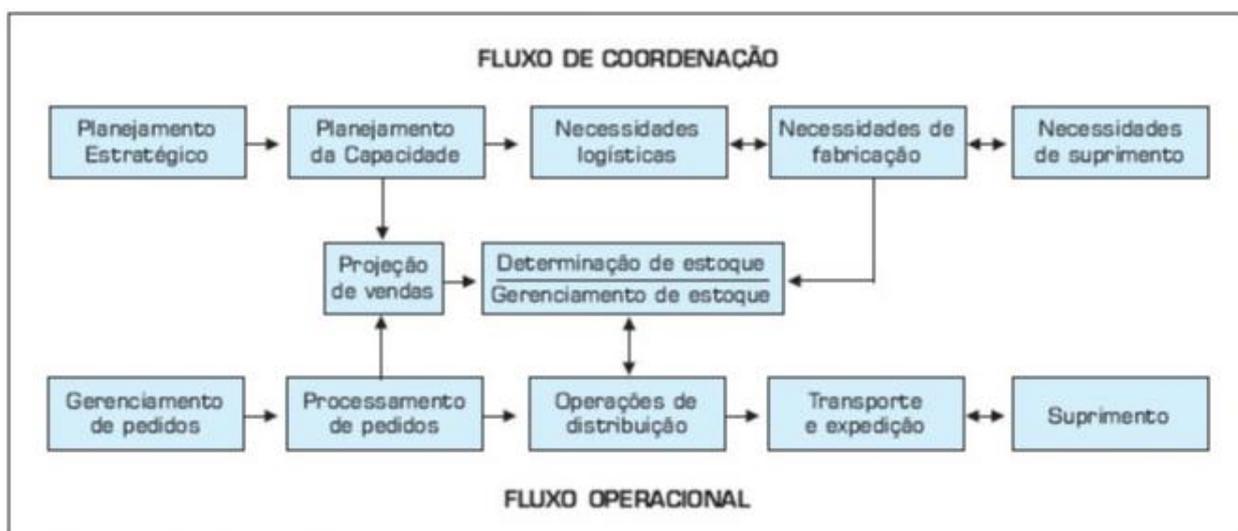


Figura 2 - Fluxo de Planejamento e Coordenação
 Fonte: Adaptado de BOWERSOX E CLOSS (2001)

Contudo, por diversos anos as atividades logísticas foram associadas a transporte e armazenagem. Mas esta conjuntura sofreu muitas mudanças e atualmente a área logística é vista como um dos princípios básicos na concepção da estratégia competitiva das empresas (NOVAES, 2015).

Essa inclusão da logística nas decisões estratégicas sucedeu devido à modificação de hábitos dos consumidores, os quais passaram a requisitar entregas mais rápidas, maior disponibilidade dos produtos e maior rapidez no processamento de pedidos, aceitando então uma menor taxa de erros e intensificando a competitividade entre as organizações (BALLOU, 2006).

Somado a este novo cenário, tem-se que a área logística é uma das mais caras para as empresas. Segundo BOWERSOX E CLOSS (2001) grande parte do custo final do produto é consequente de atividades logísticas, algumas estimativas apontam que as despesas com logística podem variar de 5% a 35% do montante das vendas, o que garante a relevância estratégica da área logística para as empresas.

Perante ao cenário em que a concorrência do mercado aumenta e a redução de custos, especialmente os logísticos pela sua alta interferência no valor final do produto, é tida como um dos objetivos fundamentais das empresas, a logística apresenta-se como uma área estratégica para as organizações. Ela é capaz de criar vantagem competitiva para as empresas que conseguem usar da competência logística para conceder melhores níveis de serviço para seus clientes, uma vez que o objetivo mais relevante e também desafio da logística é proporcionar o nível de serviço exigido pelo cliente com os custos logísticos (MUSSETTI, 2001; BOWERSOX; CLOSS, 2001).

A logística é vista como a competência que relaciona a organização com seus clientes e fornecedores. Primeiramente a consideração de operações internas separadamente é válida para apresentar a relevância essencial da integração de todas as funções e atividades da logística (BOWERSOX, 2010).

Uma dessas operações internas é a área de apoio a manufatura, a qual concentra-se no gerenciamento de estoque em processo à medida que este é consumido de acordo com as fases da fabricação. O principal compromisso logístico nessa área é envolver-se no conceito de uma programação-mestre de produção e disponibilizar os materiais em tempo hábil. O apoio à manufatura compreende as necessidades de movimentação que estão sob o controle da empresa fabricante (BOWERSOX, 2010).

De acordo com BOWERSOX E CLOSS (2001) para que a logística seja capaz de disponibilizar os produtos e serviços no local e no instante em que são exigidos, atingindo assim seu objetivo central, existem várias atividades e operações que precisam ser executadas, bem como estabelecer o início e o fim de cada uma delas

(SORIANO, 2013). As atividades consideradas de principal relevância para a logística são, conforme BALLOU (1993), transporte, manutenção de estoques e processamento de pedidos. Para o autor essas atividades são as principais ou por serem as que mais afetam no custo logístico ou por serem essenciais para a efetivação do objetivo logístico. Contudo, essas atividades são sustentadas por outras para que a logística possa cumprir seu papel, conforme mostrado na Figura 2.

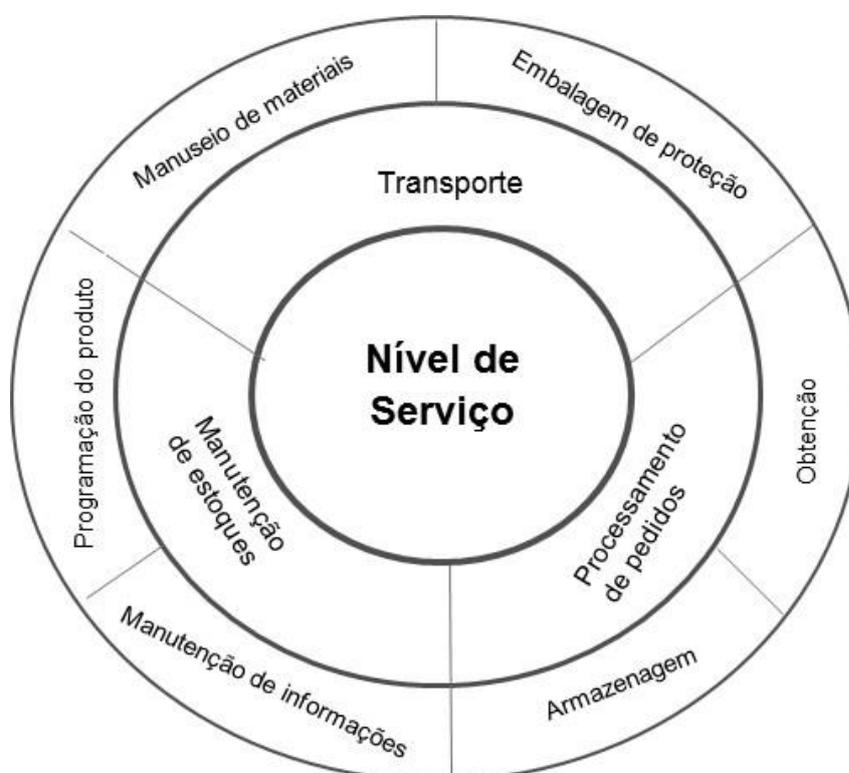


Figura 3 - Relação entre as atividades logísticas
Fonte: Adaptado de Ballou (1993)

Conforme pode ser observado na Figura 2 as atividades primárias precisam das atividades de apoio para que se obtenha o nível de serviço mais próximo do exigido pelo cliente. A associação entre todas as atividades logísticas é necessária para que as organizações alcancem os melhores resultados e gerem vantagem competitiva. O desempenho coordenado e integrado das operações logísticas é indispensável para o alcance de vantagens estratégicas. Sendo assim o modelo essencial da logística se justifica no fato de que a performance integrada gera melhores resultados que o gerenciamento individual das operações (BOWERSOX; CLOSS 2001).

A integração logística se compara com todos os níveis organizacionais, sendo eles operacional, tático e estratégico, reunindo assim os conhecimentos necessários que, se avaliados através de uma visão inter e multidisciplinar, podem colaborar com as organizações para se estabelecerem no mercado de forma competitiva (MUSETTI, 2001). Dessa forma ela é necessária para que as empresas estejam aptas a se posicionarem estrategicamente no mercado e então alcancem suas metas de desempenho. Por conseguinte, pode-se julgar a junção das atividades como um pré-requisito indispensável, mas não adequado, para garantir que o objetivo logístico seja alcançado. Para as metas serem eficientemente atingidas é preciso integrar não somente as atividades logísticas internas às organizações, mas também compreender os fornecedores e clientes, já que estes são indispensáveis para que o processo logístico aconteça (BOWERSOX; CLOSS 2001). Essa ampliação da integração para os clientes e fornecedores é intitulada pelos autores de gerenciamento da cadeia de suprimentos e é apresentada na Figura 3.

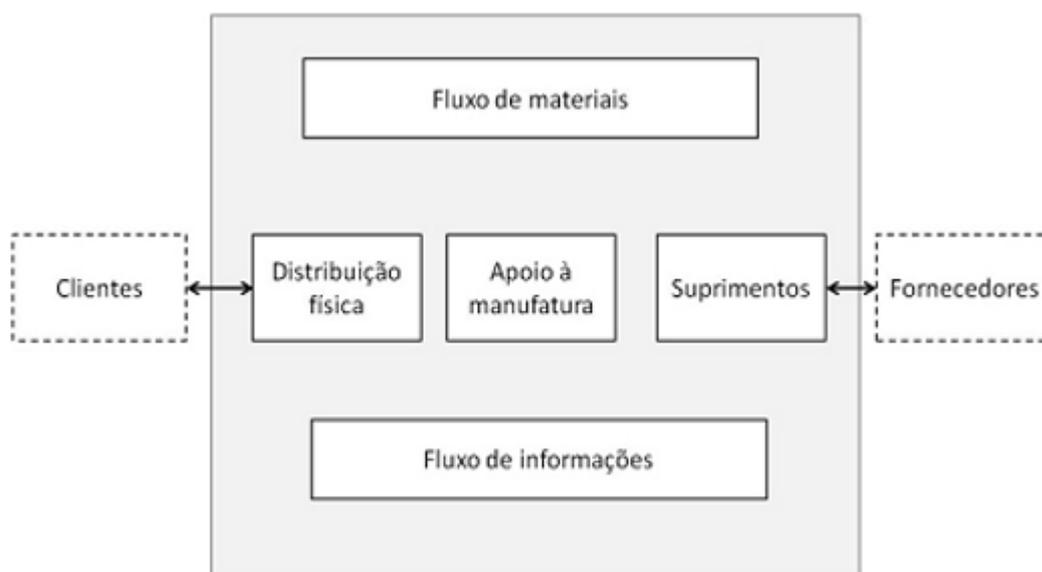


Figura 4 - Integração Logística
Fonte: Adaptado de Bowersox e Closs (2010)

Conforme pode-se observar na Figura 3, BOWERSOX E CLOSS (2010) separam as atividades logísticas em três áreas, as quais são a distribuição física, apoio à manufatura e suprimento.

A sincronia dessas três áreas é necessária para o gerenciamento conjunto do fluxo de materiais e de informações, colaborando assim para que a logística gere

estrategicamente toda movimentação e armazenagem (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

A logística de planta, interna ou operativa contribui com o apoio à manufatura, a qual compreende todas as atividades realizadas no suporte logístico a produção, sendo eles todo o fluxo de materiais e parcelas na manufatura dos produtos em processo, esses materiais são movimentados até o abastecimento das linhas de produção da planta, de acordo com os planejamentos de produção (FARIA, 2012).

Um sistema logístico interno bem estruturado é, no presente, uma exigência real de grande parte das empresas dos diversos setores, no do qual elas procuram providenciar seus produtos e serviços em nível adequado através de sua manufatura. Mas, segundo BOWERSOX E CLOSS (2001), as organizações não implementam a integração da logística interna pacificamente. É necessário identificar obstáculos, ou dificuldades, que regularmente dificultam o processo de integração interna.

De acordo com CHIAVENATO (1991),

“O interior de uma empresa é invariavelmente o cenário de uma série de ações sobre os materiais que ingressam no processo produtivo para serem gradativamente transformados até resultarem em produtos finais ou em serviços prestados”.

No longo percurso que transitam dentro das empresas, os materiais passam por uma série de etapas, por uma sequência de máquinas, estoques e equipamentos ao longo das etapas produtivas até que finalmente chegam ao seu resultado final como produtos ou serviços.

Atualmente, com os clientes exigindo produtos e serviços de melhor qualidade e menores preços, cabe aos consumidores determinar o sucesso das empresas. Isto faz com que as empresas vivam em definitivo estado de mudança, e para sobreviverem devem relacionar-se com seu meio através do atendimento ideal ao seu cliente, procurando um posicionamento compatível com o mercado frente aos seus concorrentes. Para isto, é fundamental estarem sempre buscando a inovação, seja ela em produto, processo ou serviço.

2.2 MELHORIA CONTÍNUA

Masaaki Imai foi o desenvolvedor do *Kaizen* (ou melhoria contínua), que atualmente é conhecido e praticado em todo o mundo. O conceito em 1986 foi introduzido na América, a partir do livro de Masaaki Imai, “*Kaizen – The Key to Japan`s Competitive Success*”. (SINGH; SINGH, 2009). Imai, em 1962, fundou a Cambridge Corp. onde foi consultor do Kaizen Institute, em Austin, Texas, e ajudou a inserir nas companhias ocidentais, em 1986, os conceitos do Kaizen. (NAGARETINAM, 2005).

Segundo NAGARETINAM (2005), Imai, a partir de diversos estudos sobre a produtividade americana, percebeu que nas empresas, para se aumentar a produtividade, eram utilizados métodos. Estes métodos americanos, através da inovação tecnológica, bons engenheiros e grandes investimentos, estavam relacionados com a busca de melhorias inovadoras. Já nas empresas japonesa, para se aumentar a produtividade, ocorria o incentivo e envolvimento das pessoas, na procura de melhorias de baixo custo.

Masaaki Imai, diz que se deve seguir os dez mandamentos que existem na metodologia. Os dez mandamentos são: todas as pessoas devem estar envolvidas; o desperdício deve ser eliminado; melhorias contínuas devem ser feitas; as estratégias baratas são as melhores, porque o aumento da produtividade pode ser obtido sem grandes investimentos; a metodologia aplica-se em qualquer cultura; a atenção está virada para o “chão da fábrica”, onde é criado valor; gestão visual para tornar os desperdícios e os problemas visíveis para todos; lema de aprendizagem é só se aprende fazendo; as pessoas são a prioridade, porque o esforço principal de melhoria vem delas; orientada para os processos (REBECHI, 2006).

As organizações de hoje enfrentam um ambiente cada vez mais dinâmico e inovador, de modo que essa condição exige uma adaptação às novas condutas de trabalho. A competição e a evolução tornaram o conhecimento e o tempo importantes diferenciais competitivos para a empresa. O conhecimento das organizações é o seu ativo mais importante, mesmo que os sistemas de informação econômico-financeiros não os contabilizem. (MACHADO; FRANCISCO, 2005).

Segundo Gonzales (2006) a reengenharia, ou melhoramento revolucionário, é a melhoria que se realiza uma mudança dramática e radical no processo produtivo. Esse tipo de atitude gera uma concussão relativamente rápida que demanda um

considerável investimento. Porém o autor ainda define melhoramento contínuo como a melhoria em que ocorrem mudanças mais simples, contudo com maior frequência, onde se adota uma abordagem incremental buscando cada vez mais assistir as necessidades dos clientes com baixo investimento e baixo custo.

MESQUITA e ALLIPRANDINI (2003) afirmam que nos dias de hoje o ambiente se encontra em um dinamismo muito grande, como um todo, técnicas, metodologias, clientes e mercado. Tudo se encontra em uma mudança rápida, e para acompanhar essa variação acelerada e constante, é necessário que se melhore continuamente. É necessário criar uma cultura com base na melhoria contínua, sempre visando potencializar a capacidade de criação de novos conhecimentos. Isso faz com que a melhoria contínua se torne uma prática muito útil na era do conhecimento.

Ainda segundo MESQUITA e ALLIPRANDINI (2003), uma simples maneira de definir a melhoria contínua é que ela é um processo com foco na inovação de maneira contínua em toda a empresa.

GONZALES (2006) afirma que o sucesso dos planos de melhoria não está baseado somente na descoberta de pontos de desperdício, mas é resultado de projetos ambiciosos. Afirma também que reestruturando hábitos e percepções passadas e trabalhando com o auxílio de todos os envolvidos com os processos, possuindo metas arrojadas, pode-se conquistar melhorias importantes.

GONZALES (2006) ainda afirma que o processo de melhoria contínua recebe influência de fatores e pressões externas. Diz que por se tratar de um processo cíclico e abrangente, onde seu objetivo é construir uma estrutura interna com a capacidade de atender essas expectativas e zerar as forças contrárias ao desenvolvimento do negócio. O autor ainda aponta que a ausência de elevado montante de investimento de capital como uma das principais razões que tornam a melhoria contínua uma prática com alto índice de retorno de investimento.

O perfeito não existe na prática e para isso existe a motivação em buscar o estado da arte, alcançando uma nova referência a cada dia que passa. Para se melhorar continuamente, deve-se buscar a evolução constantemente e conscientemente. Para isso, deve-se superar obstáculos, aprender com erros e acertos, ensinar, conhecer, compartilhar deste conhecimento, solucionar problemas, para assim contribuir para o crescimento pessoal e individual, mas não somente, mas também contribuir para o crescimento profissional e organizacional. (MESQUITA; ALLINPRADINI, 2003).

Segundo AGOSTINETTO (2006), o processo de melhoria contínua é visto como um processo que apoia e atravessa os demais processos de negócios, e não apenas os processos de fabricação, trazendo isoladamente pequenas vantagens e em curto prazo, mas que cumulativamente trazem para as empresas sensíveis melhorias.

Para MOURA (1997) a melhoria contínua é a busca por melhores níveis de desempenho de processos, produtos, atividades da empresa, buscando sempre melhores resultados. A melhoria contínua é colocada como sendo um objetivo para ser desenvolvido culturalmente na empresa, podendo ser gerada por uma ação gerencial ou por uma sugestão de um ou vários funcionários.

Segundo SLACK *et al.* (2007), todas as operações são passíveis de melhoramento. Os autores afirmam que o mais importante na melhoria contínua, não é a repercussão de cada melhoria, mas o fato de se melhorar sempre, fazer uma melhoria constantemente é mais importante do que apenas fazer uma grande melhoria.

Uma das formas mais eficazes para melhorar o desempenho e a qualidade das organizações é o conceito da melhoria contínua (PINTO, 2008). É um sistema que pretende promover o trabalho em equipe e possibilita o crescimento humano por meio de uma constante troca de ideias e conhecimentos entre os seus componentes (BASTOS; CHAVES, 2012; SCOTELANO, 2007). Para SCOTELANO (2007) é um sistema que estimula a capacidade de agir das pessoas de forma a resolver problemas e desafios, visto que as empresas necessitam trabalhar ordenadamente por metas e desempenhos principais. Mas para isto é necessário a envoltura de todas as pessoas da empresa para conseguir, de forma constante e sistemática o aprimoramento dos processos, dos produtos e a mudança na cultura da empresa e no planejamento.

A melhoria contínua é como um processo virado para a inovação contínua da empresa e possui como objetivo melhorar o layout, aperfeiçoar a prática de trabalho e a qualidade do produto. GUIMARÃES *et al.* (2011) descrevem que a grande diferença entre a inovação e a melhoria contínua está na procura da perfeição, porque a melhoria contínua se preocupa com a total e constante evolução dos produtos e a inovação preocupa-se com as amplas evoluções e com o crescimento acelerado dos mesmos.

Para aumentar a qualidade, a rapidez dos processos, as despesas, a maleabilidade para a mudança e a eficácia das empresas perceberem os seus

clientes, é fundamental aderir técnicas e ferramentas. Esta adoção de técnicas de melhoria contínua é a solução para produção com eficácia e eficiência, mas é necessário possuir o entendimento e perceber o porquê das suas aplicações (SCOTELANO, 2007).

A produtividade é um dos principais meios para o progresso das organizações, uma vez que enriquece a todos e ajuda o desenvolvimento social e econômico, a padronização do trabalho favorece diretamente a produtividade (COSTA, 2000).

Para COSTA (2000), a simplificação do trabalho estabelece um meio que favorece diretamente a produtividade, ela se conecta com a melhoria de um método de trabalho, seja ele de natureza científica ou simplesmente surgido da prática. Para isso, o método passa por modificações de modo que o trabalho se torne mais simples; mais barato; menos fatigante; rápido e com melhores atributos.

2.3 VEÍCULO AUTOMATICAMENTE GUIADO (AGV)

O AGV é um sistema cuja movimentação é autônoma isentando a assistência de operadores. Para auxiliar no transporte e transferência de materiais foi desenvolvida esta tecnologia a qual correlaciona diversas áreas ou máquinas (VEÍCULOS GUIADOS AUTOMATICAMENTE, 2017).

Este sistema é uma das tecnologias mais pertinentes para transportes de materiais nas indústrias, como a movimentação de materiais do armazém até a estação de montagem. O transporte é estável e eficiente, garantindo vantagens aos usuários deste sistema e à produção (ATLEE, 2011).

De acordo com MÜLLER (1983), os pioneiros no desenvolvimento de veículos automaticamente guiados foram os EUA, no princípio da década de 50 pela Barret Electronics. Foi na Carolina do Sul, na empresa Mercury Motor Freight, em 1954 que o primeiro sistema AGV foi instalado (HAMMOND, 1987). Na Europa a Volvo foi a primeira empresa a utilizar o sistema AGV, em 1974, em uma fábrica de montagem em Kalmar. Desde então, após observar estes resultados positivos, inúmeras empresas europeias passaram a utilizar sistemas com veículos autoguiados (MÜLLER, 1987). A partir de então, a utilização de AGV's cresceu notavelmente até a atualidade, assim como o número de áreas de aplicação.

O AGV é um veículo elétrico programado conduzido através de trilhos, laser, sensores ópticos e rádio frequência. Este sistema disponibiliza velocidade e segurança em operações contínuas, podendo transportar pallets, carrinhos kit e caixas (KIM; TANCHOCO, 1999).

As vantagens mais relevantes na utilização de AGV's estão na redução de custos com mão de obra, melhor agilidade no manuseio e transporte dos materiais, melhor coordenação da programação do processo, melhor aproveitamento da disponibilidade de espaço, melhor segurança dos sistemas, aumento da produção e controle de inventário mais proveitoso (KIM; TANCHOCO, 1999).

Um dos maiores ganhos na utilização do AGV além de controle e produtividade é a sua segurança, pois este sistema possui uma velocidade programada e é munido de sensores ultrassônicos e ópticos em todas as suas vertentes, evitando assim acidentes como colisão com veículos ou com operadores transitando pela fábrica, tendo em vista a usualidade desses contratempos (HAMMOND, 1986).

Um AGV é constituído simplesmente pelos AGV's e por uma rede interna de transporte que determina os possíveis caminhos a serem executados pelos veículos. Ou seja, os componentes de um AGVS são fragmentados em dois níveis, sendo eles, físico e de informação. O nível físico é composto pelo AGV, rede de transporte e sistema de transferência de carga. E o nível de informação engloba o sistema de controle de veículo e de tráfego (ELEUTÉRIO, 1989);

A rede de transporte designa as prováveis rotas a serem seguidas pelos AGV's e é composta pelas estações de comando do sistema e pelo sistema de orientação. Este sistema de comando tem as funções de pilotagem, controle de direção e navegação, pois faz com que o veículo conserve o controle de bateria e o curso que é informado no computador central.

ELEUTÉRIO (1989) expõe que os principais sistemas de orientação de um AGV podem ser por:

- Indutivo: onde é feita uma ranhura no piso da instalação, no qual passa um condutor percorrido por corrente elétrica, que por sua vez, induz um campo elétrico. O AGV possui na sua parte da frente bobinas de direção, que são induzidas por tensões que mantem o veículo simétrico à guia indutiva. A Figura 4 demonstra como seria o guia indutivo.

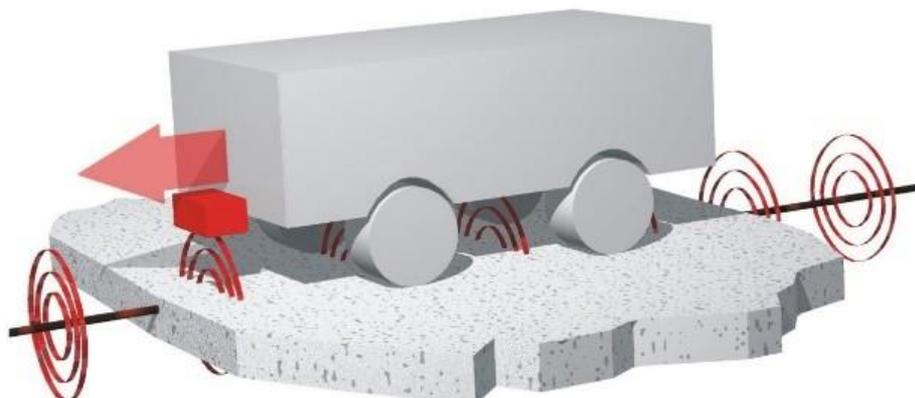


Figura 5 - Guia Indutivo
 Fonte: SENSORS for track guiding AGV.

- *Laser*: é utilizado um sensor *laser* fixo no AGV que se orienta através de pontos reflexivos, que estão presos em pontos estratégicos, como paredes e colunas. A figura 5 demonstra como seria o sistema de indução a *laser*.

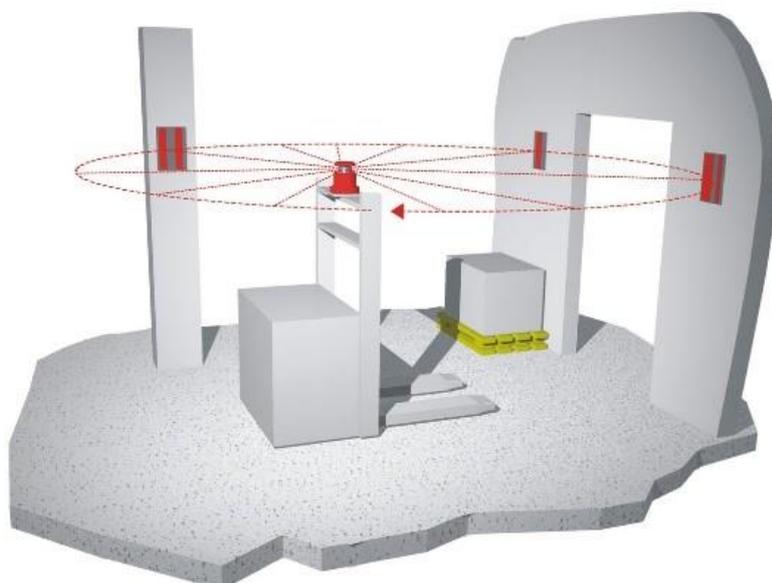


Figura 6 - Sensor a Laser
 Fonte: SENSORS for track guiding AGV

- *Reflexão Óptica*: são utilizadas fitas, posicionadas no chão, que refletem sinais ópticos e dessa forma o veículo emite um fluxo de luz que se reflete na fita e assim o AGV identifica e segue a rota. A Figura 6 demonstra como seria o sistema de reflexão óptica.

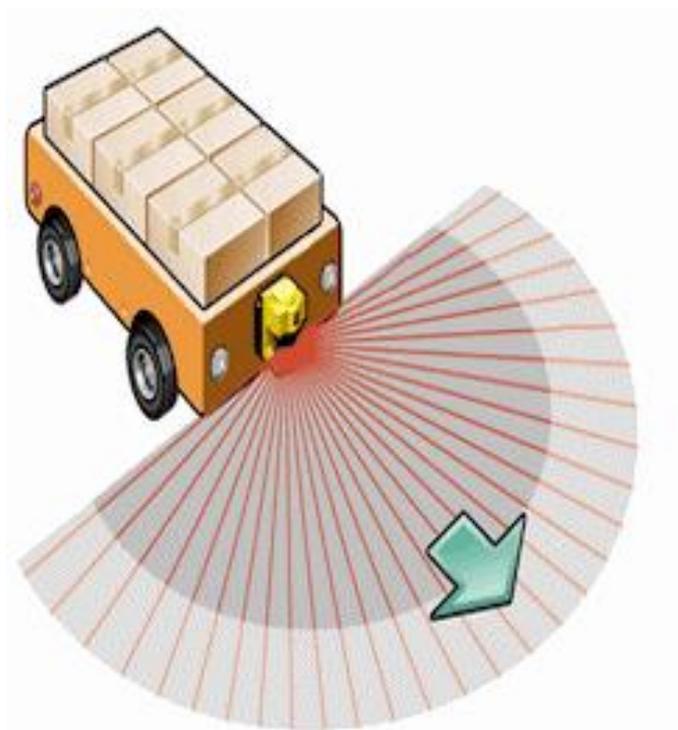


Figura 7 - Reflexão Óptica
Fonte: ORIENTAÇÃO

- Magnética: os sensores detectam faixas magnéticas no piso, sendo que este é recomendado para áreas de pouco tráfego de empilhadeiras. A Figura 7 demonstra como seria o sistema de indução magnética.

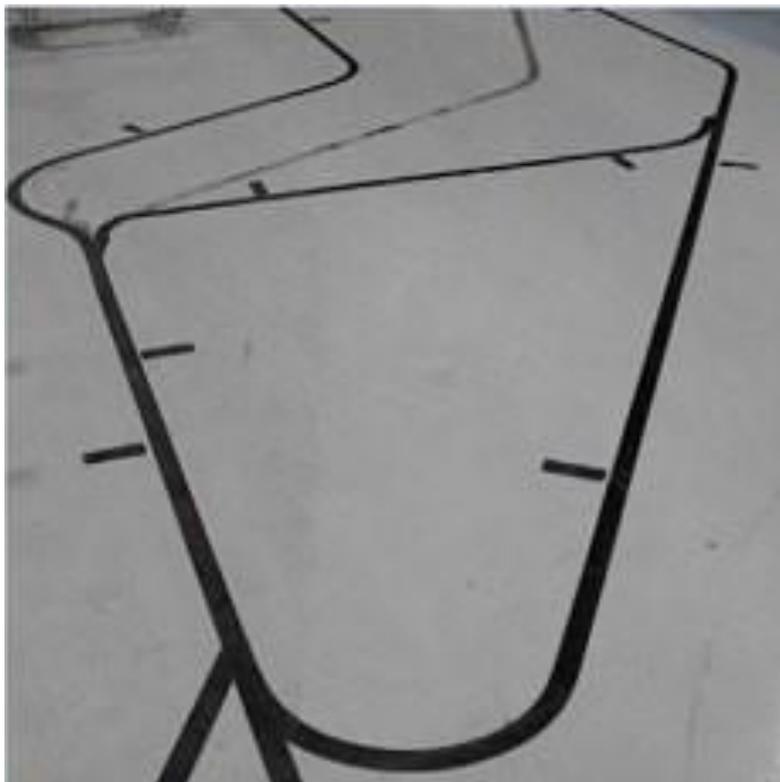


Figura 8 - Magnético
Fonte: INDEVA® AGV

A solução ideal para aplicações de melhoria contínua que demanda a movimentação de cargas e alimentação constante das linhas de produção é o sistema AGV.

3 METODOLOGIA

Pode-se determinar que a pesquisa tem por objetivo fornecer resultados para os problemas que são apresentados, de forma detalhada e racional (GIL, 2002). Desta forma apresenta-se neste capítulo as ferramentas e procedimentos usados, para obtenção de respostas para o estudo analisado, atendendo aos objetivos propostos.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Gil (2002), as pesquisas podem ser classificadas quanto aos procedimentos técnicos (documental, experimental, bibliográfica, *ex-post-facto*, estudo de coorte, estudo de caso, estudo de campo, pesquisa ação e pesquisa participante).

O presente trabalho, se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica e um estudo de caso. Pode-se classificar como bibliográfica devido ao embasamento teórico e estudo quanto ao assunto em pauta, utilizou-se de informações disponibilizadas em livros dos mais relevantes autores da área, também em teses e artigos científicos. Gil (2002) afirma que a pesquisa bibliográfica se fundamenta em materiais já realizados, sendo assim, buscou-se obter maior conhecimento a respeito do tema da pesquisa.

Em relação ao estudo de caso, este consiste em um estudo intenso e árduo de um ou mais objetos, de forma que possibilite seu vasto e minucioso conhecimento. Convém ressaltar que um bom estudo de caso consiste em uma tarefa difícil de ser colocada em prática de imediato (GIL, 2002).

Desta forma justifica-se que o estudo de caso demanda muito tempo até sua realização e muitas vezes seus resultados tornam-se menos sólidos, uma vez que os estudos realizados tiveram como objetivo melhorar o processo de movimentação de portas na linha de montagem, sendo que este necessita de aprovação e investimento da empresa.

3.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A pesquisa se dividiu em três etapas: sendo a primeira a análise do estudo do tempo do processo e da melhoria do *layout* da rota, para que desta forma fossem apresentados os pontos críticos da situação atual. A segunda etapa está relacionada a verificação da possível aplicação das tecnologias disponíveis, com base na análise da situação encontrada e das dificuldades identificadas. Por último, focou-se na definição de um novo *layout* e avaliação da aplicabilidade do projeto. A Figura 8 resume as etapas mencionadas acima para o desenvolvimento do trabalho.

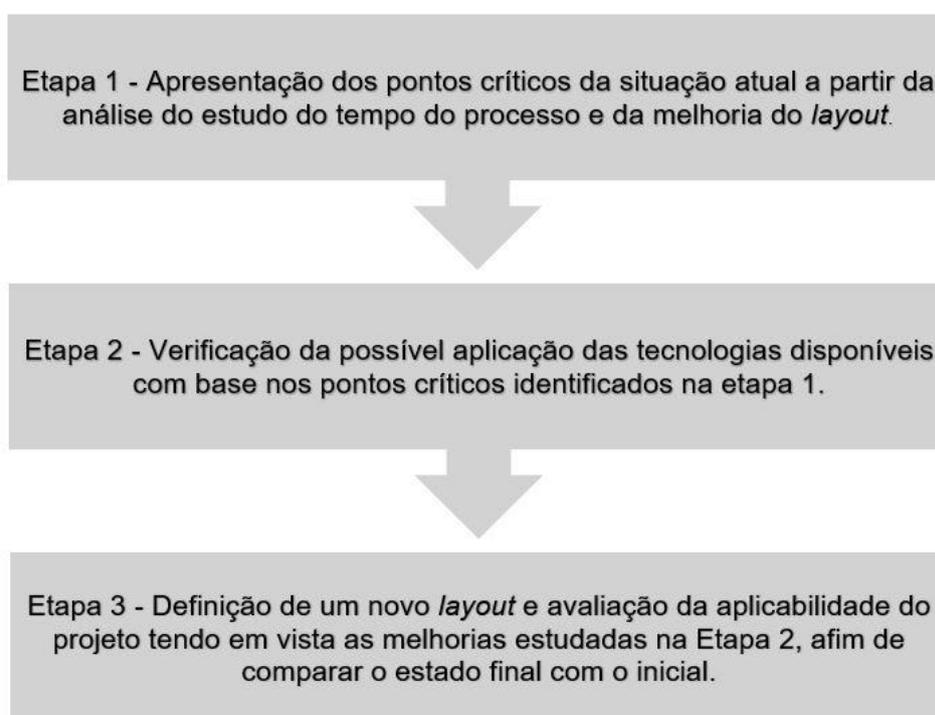


Figura 9 - Etapas do Processo
Fonte: A autoria Própria

Fazendo uma análise da Figura 8, a primeira etapa é constituída pela observação da atividade e cronometragem do tempo. As observações foram feitas a partir de acompanhamentos do processo e assim obteve-se os tempos necessários para posterior análise.

Com os dados em mãos pode-se realizar a análise do fluxo da operação, tempo decorrido e a mão de obra disponibilizada. A partir dos dados obtidos foi possível averiguar os gargalos e pontos críticos do processo.

O resultado desta primeira etapa foi a apresentação dos pontos críticos encontradas no processo atual.

A segunda etapa foi direcionada para elaboração das sugestões de melhoria, que se basearam nos pontos críticos identificados e das análises feitas na etapa anterior. Também nesta etapa foi tomada a decisão sobre a tecnologia a ser aplicada.

Na última etapa definiu-se um novo *layout* de rota e avaliou-se a aplicabilidade do projeto, a partir do orçamento obtido da empresa fornecedora da tecnologia estudada, além disso foi realizado o mapeamento da situação anterior comparando-o a situação atual o que permitiu a obtenção dos resultados.

A partir da comparação das situações pode-se analisar o ganho de tempo do operador em outras atividades, o retorno sobre investimento (ROI) e a capacidade produtiva do sistema (CPS), para desta forma avaliar a aplicabilidade do projeto.

3.3 OPERACIONALIZAÇÃO DA VARIÁVEL

As variáveis avaliadas neste projeto são o ROI, sendo este o critério para análise dos resultados do projeto, e a CPS, sendo este o total de tempo utilizado pelo AGV para realização do processo. Foi fundamental o acompanhamento de todas as etapas do processo atual, para que desta forma fosse possível encontrar as dificuldades e então estudar a provável implementação da tecnologia.

O ROI foi calculado e analisado a partir do custo de investimento da tecnologia, sendo este composto pela máquina AGV, os materiais necessários para utilização da tecnologia e a mão de obra de instalação nela envolvida, também foi preciso analisar a receita, no qual pode-se obter a informação de quanto a empresa está gastando com o processo atual. Sendo assim, foi possível avaliar a efetividade do investimento a partir da Equação (1).

$$ROI = \frac{\text{Receita} - \text{Custo do Investimento}}{\text{Custo do Investimento}} \quad (1)$$

Na empresa onde foi feita a análise a forma de calcular o ROI depende apenas da divisão do custo do investimento pela receita, que é o gasto mensal atual do processo. Através da Equação (2) pode-se obter este cálculo.

$$ROI = \frac{\text{Custo do Investimento}}{\text{Receita}} \quad (2)$$

A CPS disponível, pode ser calculada através da capacidade produtiva efetiva (CPE) e das horas totais do turno, também será necessário apresentar o tempo utilizado pelo AGV para realização do transporte de portas. Desta forma, será possível avaliar o CPS a partir da Equação (3).

$$CPS = \frac{CPE}{\text{Horas Totais do Processo}} \quad (3)$$

Com a capacidade produtiva do sistema é possível analisar quantas vezes o sistema é capaz de realizar o processo de transporte de portas em um turno.

3.4 IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS

O projeto fundamenta-se no alcance de melhorias nas etapas de movimentação de portas em uma linha de montagem. Através da obtenção do estado final, foi possível realizar uma comparação deste com o estado anterior a aplicação do estudo do projeto, avaliando assim as melhorias. Além das melhorias encontradas foi possível realizar uma análise qualitativa relacionada ao fluxo atual do processo.

Em relação aos tempos obtidos foi possível observar o ganho de tempo reduzindo o deslocamento do operador e a utilização do homem hora para atividades que agregam valor ao produto.

Utilizando o ROI foi possível idealizar propósitos baseados em resultados concretos, sendo assim pode-se observar se o custo para investimento é válido tendo em vista o retorno e a depreciação do equipamento.

A análise qualitativa foi realizada a partir do acompanhamento da redução de atividades que não agregam valor as etapas do processo estudado.

4 DIAGNÓSTICO INICIAL

Neste capítulo será abordado a situação inicial do processo e do ambiente estudado, e também apresentado os pontos críticos encontrados.

4.1 ESTUDO DA POSSÍVEL MELHORIA DO LAYOUT DA ROTA ATUAL

Atualmente para movimentação de portas são necessários dois operadores, sendo que estes além das atividades relacionadas as rotas das portas realizam outras operações, as quais não deveriam ser interrompidas para que o operador exerça as funções necessárias no processo de locomoção de portas, porém para não atrasar o processo da montadora o operador acaba descontinuando sua operação e executa a transferência de portas entre estações.

Inicialmente encontra-se uma rota onde após a retirada de portas da cabine e a colocação das mesmas sobre a *dolly* na estação 2, o operador 1, no ponto 1, faz a movimentação da *dolly* até o início da estação de submontagem de portas, no ponto 2. Quando finalizada a submontagem a *dolly* com as portas é encaminhada para borda de linha, pelo último operador da área de submontagem.

No ponto 3 da Figura 9 encontram-se as portas já prontas e na borda de linha, as quais são levadas pelo operador 2 até a estação 24, no ponto 4 da Figura 9, onde são reposicionadas na cabine.

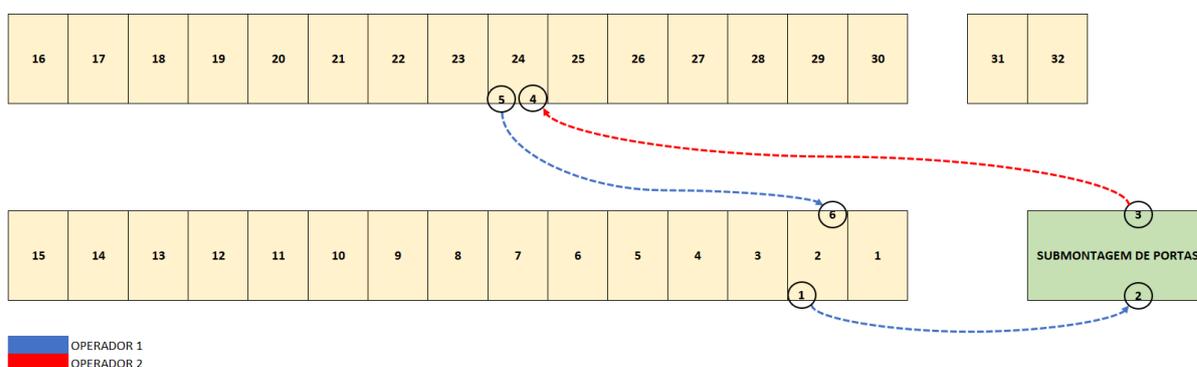


Figura 10 - Layout inicial
Fonte: Autoria Própria

Após todo o processo de reposicionamento das portas na cabine o operador 1 movimenta a *dolly* vazia da estação 24, no ponto 5, até a estação 2, ponto 6 da figura, onde o processo reinicia.

Analisando o *layout* apresentado na Figura 9, foi possível identificar um ponto crítico, o qual gera a necessidade de reavaliação do processo, sendo ele, a passagem dos operadores com a *dolly* entre a linha de montagem da cabine, na estação 2, podendo assim gerar acidentes, esperas e atrasos no processo.

4.2 ANÁLISE DO ESTUDO DE TEMPO DO PROCESSO

A fim de encontrar os pontos críticos relacionados ao tempo do processo, foi realizada uma cronoanálise, a qual se deu pelo processo de observação das atividades realizadas pelos operadores, de forma mais direcionada possível. O tempo pode ser medido através de um cronometro, e desta forma foi possível realizar 10 tiradas de tempos para que assim fosse estabelecido o tempo real da operação através de uma média dos tempos obtidos, desta maneira pode-se obter os dados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Tirada de Tempo Total

MOVIMENTAÇÃO	TEMPO (min)
1 para 2	1,246
3 para 4	0,925
5 para 6	1,104
Total	3,275

Fonte: Autoria Própria

Para a realização da movimentação do ponto 1 ao ponto 2 da Figura 9, previamente apresentada, obteve-se o tempo de 1,246 minutos. O qual foi definido através da Tabela 2.

Tabela 2 - Tirada de Tempo 1 para 2

ANÁLISE (1 para 2)	TEMPO (min)
1	1,127
2	1,394
3	1,277
4	1,491
5	1,021
6	1,198
7	1,322
8	1,215
9	1,379
10	1,119
Média	1,246

Fonte: Autoria Própria

Para a realização da movimentação do ponto 3 ao ponto 4 da Figura 9, previamente apresentada, obteve-se o tempo de 0,925 minutos. O qual foi definido através da Tabela 3.

Tabela 3 - Tirada de Tempo 3 para 4

ANÁLISE (3 para 4)	TEMPO (min)
1	1,007
2	0,865
3	0,991
4	0,843
5	0,919
6	1,106
7	0,953
8	0,886
9	0,931
10	0,832
Média	0,925

Fonte: Autoria Própria

Para a realização da movimentação do ponto 5 ao ponto 6 da Figura 9, previamente apresentada, obteve-se o tempo de 1,104 minutos. O qual foi definido através da Tabela 4.

Tabela 4 - Tirada de Tempo 5 para 6

ANÁLISE (5 para 6)	TEMPO (min)
1	1,234
2	1,096
3	1,174
4	1,022
5	0,991
6	1,101
7	1,210
8	1,030
9	1,272
10	1,107
Média	1,104

Fonte: Autoria Própria

Na Equação (4) temos o tempo total (TT) de 3,275 minutos utilizado pelos operadores na movimentação das portas na produção de 1 caminhão, para obtenção do tempo total gasto em um dia de trabalho, foi multiplicado por 30 que é a quantidade de caminhões produzidos por dia (*Trucks per Day* – TPD) atualmente.

$$\text{Tempo Operadores} = TT * TPD \quad (4)$$

A partir da análise feita sobre os tempos do processo, obteve-se uma utilização total de 98,25 minutos dos operadores, durante todo o dia de produção levando-se em conta a produção diária de 30 caminhões por dia, nas funções relacionadas a movimentação de portas, sendo que esse tempo poderia ser melhor direcionado a outras atividades.

5 VERIFICAÇÃO DA APLICABILIDADE DAS TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS

Tendo em vista o atual fluxo do processo, pode-se observar a má utilização da mão de obra do operador considerando que há tecnologias disponíveis para realizar tais operações, o tempo gasto nessa atividade pode ser rebalanceado e utilizado em novos processos.

O atual *layout* da rota implica na ultrapassagem do operador através da linha de montagem, onde há o risco de acidentes por descuido, e também a perda de tempo caso haja a necessidade de espera para dar continuidade ao processo, devido a impossibilidade de atravessar a linha no devido momento.

A partir dos sistemas analisados no referencial teórico do presente projeto, avaliou-se detalhadamente no local de estudo a aplicabilidade de 4 destas tecnologias, sendo elas indutiva, a *laser*, magnética e óptica, e assim foi possível a escolha de apenas uma, a qual melhor se adequou ao processo, garantindo eficiência e um menor custo em comparação aos outros.

Optou-se então, pelo sistema AGV de orientação óptica, o qual melhor se encaixa para espaço disponível e que possui uma capacidade de delinear processos que potencializam o acompanhamento remoto.

5.1 OPERAÇÃO

O sistema AGV de orientação óptica funciona de forma que a partir de uma fita guia sobre o chão é utilizado um veículo autoguiado com três sensores de luz, dois motores de corrente contínua, sendo que cada um aciona uma roda, e uma lógica de controle. A lógica de curva é a mesma para todos os projetos e pode ser compreendida observando a Figura 10. Quando o sensor do meio está sobre a linha, o AGV se move para frente, portanto, os dois motores são acionados. Quando o sensor da esquerda se encontra sobre a linha, o AGV tende para a esquerda para permanecer no percurso, sendo assim somente o motor da direita é necessário, para que se tenha uma velocidade maior que o motor da esquerda. No último caso, quando o sensor da direita se encontra sobre a linha, o AGV se move para direita, portanto, o motor da esquerda possui uma velocidade maior que o motor da direita.

Esta solução consiste na marcação do chão da fábrica com pequenos disco magnéticos espaçados entre si. As informações contidas nesses discos são previamente estabelecidas por programação, podendo conter informações como redução e aumento de velocidade, e paradas na linha pré-determinadas (ALMEIDA, 2016).

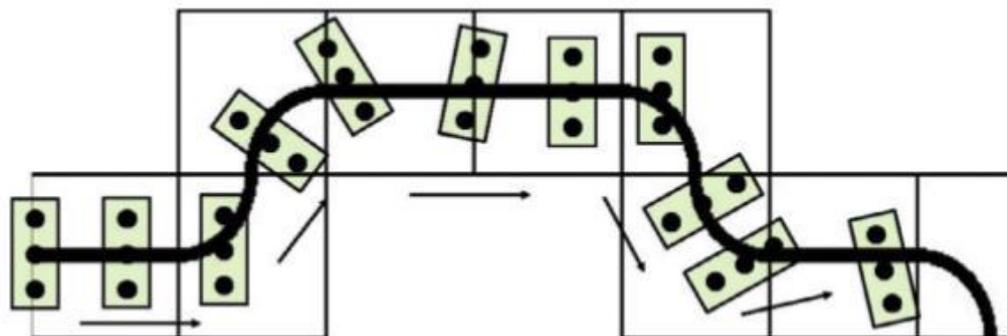


Figura 11 - Lógica de curva
Fonte: Almeida (2006)

5.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

Um AGV é capaz de percorrer um caminho preestabelecido em um único sentido ou em ambos os sentidos. Possui a capacidade de automaticamente realizar a carga e descarga de materiais em suas determinadas estações de trabalho.

Tem a possibilidade de realizar trajetos entre diversos pontos da montadora, podendo igualmente ser modificada, adaptada, de forma a operar em ambientes e condições não propícias.

Para garantir a segurança do meio, dos pedestres, e do AGV dentro da montadora há um dispositivo de segurança para detecção de presença onde o sensor do AGV detecta objetos no seu campo de alcance e calcula o tempo de frenagem. Também são equipados com um conjunto de dispositivos de sinalização, como alertas sonoros e luzes, indicando aos pedestres da sua presença, para que não ocorram acidentes. Possui também um controle manual caso seja necessária uma parada imediata ou uma alteração de percurso.

5.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS

As principais vantagens em se utilizar o sistema AGV de orientação óptica é seu baixo custo na manutenção das fitas no piso, e a flexibilidade de adaptação nas configurações e na criação de uma infinidade de novas composições que se adequam as situações pretendidas.

Como outra vantagem o recurso AGV permite que as operações realizadas se tornem mais eficientes, sabendo exatamente o momento de carregar e descarregar o material de um local ao outro em segurança.

Como todo sistema, existem suas desvantagens, sendo elas, o desgaste da fita utilizada devido à alta circulação de pessoas, empilhadeiras e outras máquinas sobre o percurso pré-determinado para a passagem do AGV e o alto custo da implementação do projeto devido ao valor do sistema e da máquina, além da depreciação do custo do veículo autoguiado.

6 APLICABILIDADE DO PROJETO

Através do diagnóstico da situação inicial da rota de movimentação de portas e da análise da aplicabilidade da tecnologia estudada, pode-se chegar aos pontos críticos a serem melhorados, já analisados no Capítulo 4. Neste capítulo será definido um novo *layout* de rota para linha de portas e também será possível avaliar a aplicabilidade do projeto, atingindo assim os objetivos do trabalho.

6.1 DEFINIR UM NOVO LAYOUT DE ROTA PARA LINHA DE PORTAS

A partir do *layout* inicial da movimentação de portas, foi possível definir uma nova rota onde os pontos críticos iniciais deixariam de influenciar no processo, permitindo que os operadores exerçam suas funções de maneira ininterrupta e o sistema AGV seja aplicado nesta atividade. A rota inicial foi então estudada e a partir de algumas análises pode-se obter o *layout* apresentado na Figura 11.

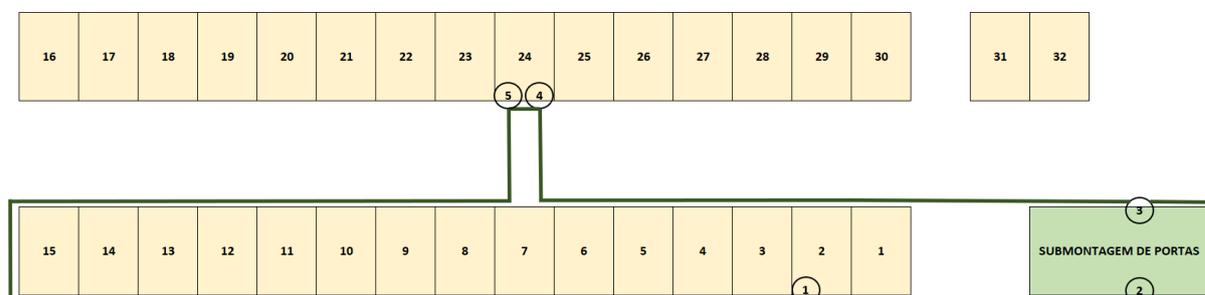


Figura 12 - Novo *layout*
Fonte: Autoria Própria

A partir da Figura 11 pode-se perceber que de 6 pontos de parada iniciais, agora a rota passa a funcionar com apenas 5 pontos de parada, os quais possuem a seguinte sequência: Após a retirada de portas da cabine e a colocação das mesmas sobre a *dolly* na estação 2, a função do operador 1 será posicionar esta *dolly* na linha onde o sistema AGV passará para pinagem da mesma, no ponto 1, dessa forma o AGV rebocará a *dolly* com as portas até o início da estação de submontagem de portas, no ponto 2. Quando finalizada a submontagem a *dolly* com as portas será encaminhada para borda de linha, pelo último operador da área de submontagem, como no processo inicial.

No ponto 3 da Figura 11 encontram-se as portas já prontas e na borda de linha, as quais serão rebocadas pelo AGV e levadas até a estação 24, no ponto 4 da Figura 11, onde são reposicionadas na cabine.

Após todo o processo de reposicionamento das portas na cabine o AGV movimentará a *dolly* vazia da estação 24, no ponto 5, até a estação 2, ponto 1 da figura, onde o processo reinicia.

Analisando o *layout* apresentado na Figura 11, foi possível identificar que o ponto crítico inicialmente identificado já não influenciará no processo, tendo vista que o layout foi modificado para que este problema fosse solucionado, sendo assim a passagem dos operadores com a *dolly* entre a linha de montagem da cabine, na estação 2, não ocorrerá na nova rota, evitando desta forma acidentes e atrasos no processo.

6.2 AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DO PROJETO

Para a possível aplicação do sistema AGV são apresentadas duas formas de obtenção do equipamento, sendo elas a locação ou a compra do AGV e seus constituintes.

Os constituintes do AGV são a caixa de bateria, sendo ela um *kit* com duas baterias 12V em série; o serviço de programação de rota, o qual possui a alteração do *Firmware* do AGV para inclusão das funções dos *Tags* de acordo com a necessidade definida no processo; a criação de rota, podendo ser a instalação da fita ou pintura do piso; a *Tag* RFID (*Radio-Frequency IDentification* – Identificação por Radiofrequência) 13.56MHz, que é um dispositivo de rádio frequência que permite o AGV identificar pontos de mudança de funções, como parada, alertas e redução de velocidade; o carregador de bateria, dispositivo que irá carregar as baterias do AGV; o treinamento da operação e manutenção, sendo este um treinamento de uma semana realizado para capacitação dos operadores e manutentores; o serviço de acompanhamento, que é uma atividade de acompanhamento com duração de duas semanas após a instalação do sistema.

Sabendo que a montadora possui apenas um turno produtivo, com produção de 30 caminhões e duração de 8,8 horas, sendo que a cada 16,57 minutos um caminhão é finalizado, e o AGV percorrerá uma distância de 250 metros com um total

de 5 paradas, obteve-se os seguintes orçamentos para aplicação do projeto comprado ou locado:

Tabela 5 - Compra do Sistema AGV

	QTD	VALOR TOTAL
AGV Rebocador 1000kg	1	R\$ 148.531,51
Caixa de Bateria	1	R\$ 10.721,12
Serviço de Programação de Rota	1	R\$ 32.801,53
Criação da Rota	1	R\$ -
Tag RFID 13.56MHz	16	R\$ 1.287,49
Carregador de Bateria	1	R\$ 8.947,70
Treinamento da Operação e Manutenção	1	R\$ -
Serviço de Acompanhamento	1	R\$ -
Custo Total	-	R\$ 202.289,35

Fonte: Autoria Própria

Tabela 6 - Locação do Sistema AGV

	QTD	VALOR TOTAL
Caixa de Bateria	1	R\$ 10.721,12
Serviço de Programação de Rota	1	R\$ 32.801,53
Criação da Rota	1	R\$ -
Tag RFID 13.56MHz	16	R\$ 1.287,49
Carregador de Bateria	1	R\$ 8.947,70
Treinamento da Operação e Manutenção	1	R\$ -
Serviço de Acompanhamento	1	R\$ -
Custo Total	-	R\$ 53.757,84
Locação AGV Rebocador 1000kg	1	R\$ 7.815,38
Custo Mensal	-	R\$ 7.815,38

Fonte: Autoria Própria

Em relação a locação do equipamento, será necessário a compra dos constituintes e o valor mensal a ser pago será somente do AGV Rebocador, neste caso, R\$ 7.815,38.

Portanto, o custo total do investimento do projeto, caso a montadora opte pela compra de um equipamento será de R\$ 202.289,35 e no caso da locação do equipamento o custo ficará em R\$ 53.757,84 de investimento inicial e mais o valor de R\$ 7.815,38 mensal pelo aluguel de um AGV Rebocador.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As mudanças propostas pela implementação do sistema AGV no capítulo anterior delinearão tornar o processo de movimentação de portas mais preciso e seguro. No atual capítulo será apresentado os cálculos de retorno sobre o investimento e a capacidade produtiva do sistema, caso haja a implementação do mesmo.

7.1 CRESCIMENTO DA EMPRESA

Desde a chegada ao Brasil, a empresa estudada realizou um grande investimento em seus produtos, e assim conquistou o seu espaço no mercado de caminhões com seus modelos extrapesado e pesado. A empresa possui uma frota que possui uma boa visibilidade em todo o país e a aceitação pelos frotistas só vem crescendo. Em 2015, a unidade no Brasil começou a produzir seus próprios motores, sendo que ele faz parte dos dois modelos nacionais produzidos pela montadora.

Com um crescimento de produção de 100% em 2018, e de 133% em 2019, a procura por melhorias se tornou algo necessário para a mesma. Com um planejamento de aumento de produção para os próximos 5 anos, com no mínimo um aumento de 20% por ano, baseado no mercado financeiro aliado a estratégias de crescimento da empresa e a estrutura de rede de concessionárias, tecnologias se fazem necessárias para a valorização e segurança da empresa.

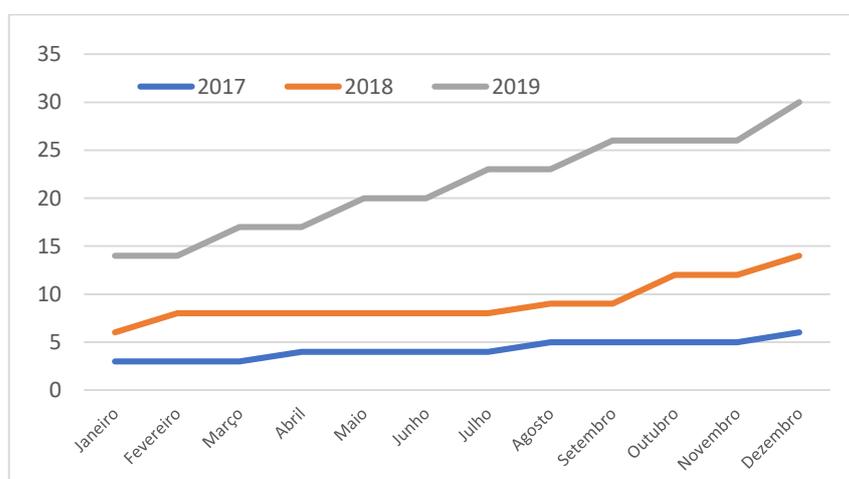


Gráfico 1 - Crescimento da Produção
Fonte: Autoria Própria

Apesar do crescimento impactante nos últimos dois anos, a empresa possui uma fábrica ainda sem o porte necessário para manter o ritmo de crescimento atual para os próximos anos.

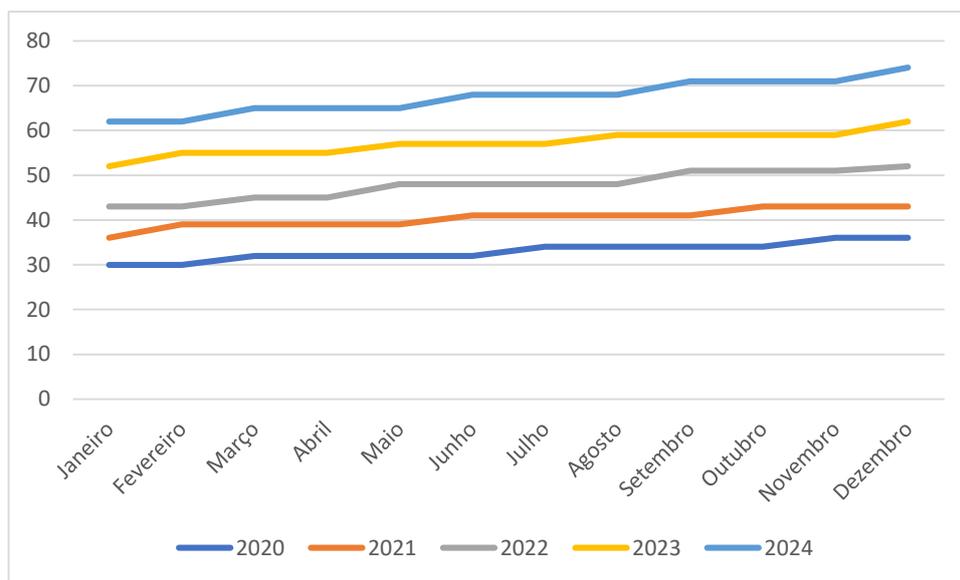


Gráfico 2 - Estimativa de Crescimento
Fonte: Autoria Própria

A empresa possui um princípio de garantia de menor índice de desperdício e qualidade dos produtos, porém, ainda existem casos gritantes de desperdícios que podem ser evitados. Após observação de tamanho crescimento, o estudo de caso da viabilidade da automação do processo de movimentação de portas na montadora se fez necessário para evitar desperdícios de tempos e dinheiro, mantendo assim, o princípio da empresa.

7.2 RETORNO SOBRE INVESTIMENTO (ROI)

A partir dos dados coletados anteriormente, optou-se pela compra do AGV, pois avaliou-se que em menos de 2 anos e 2 meses o valor gasto com o aluguel dos sistemas equivalerá a compra do mesmo, conforme pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 7 - Gasto com aluguel em 26 meses

PERÍODO	GASTO TOTAL ALUGUEL	PERÍODO	GASTO TOTAL ALUGUEL
1º Mês	R\$ 7.815,38	14º Mês	R\$ 109.415,32
2º Mês	R\$ 15.630,76	15º Mês	R\$ 117.230,70
3º Mês	R\$ 23.446,14	16º Mês	R\$ 125.046,08
4º Mês	R\$ 31.261,52	17º Mês	R\$ 132.861,46
5º Mês	R\$ 39.076,90	18º Mês	R\$ 140.676,84
6º Mês	R\$ 46.892,28	19º Mês	R\$ 148.492,22
7º Mês	R\$ 54.707,66	20º Mês	R\$ 156.307,60
8º Mês	R\$ 62.523,04	21º Mês	R\$ 164.122,98
9º Mês	R\$ 70.338,42	22º Mês	R\$ 171.938,36
10º Mês	R\$ 78.153,80	23º Mês	R\$ 179.753,74
11º Mês	R\$ 85.969,18	24º Mês	R\$ 187.569,12
12º Mês	R\$ 23.446,14	25º Mês	R\$ 195.384,50
13º Mês	R\$ 101.599,94	26º Mês	R\$ 203.199,88

Fonte: Autoria Própria

Com esta informação pode-se então calcular o ROI, conforme Equação (2) já apresentada, a qual a empresa estudada utiliza para obter os resultados dos investimentos realizados.

Para o cálculo da Receita, foi necessário obter a informação de quanto vale a hora do operador, sendo que esta equivale a R\$28,00. Também foi necessário calcular o volume de caminhões por mês, segundo a Equação (5).

$$\text{Volume} = \text{Dias úteis} * \text{Produção diária} \quad (5)$$

Sendo assim,

$$\text{Volume} = 20 * 30$$

$$\text{Volume} = 600 \text{ caminhões/mês}$$

Ainda para obter a Receita, foi necessário calcular o valor de custo do processo, calculado pela Equação (6).

$$\text{Custo do Processo} = \left(\frac{\text{Hora do operador}}{60} \right) * \text{Tempo do Processo} \quad (6)$$

Desta forma,

$$\text{Custo do Processo} = \left(\frac{28}{60} \right) * 3,275$$

$$\text{Custo do Processo} = 1,53 \text{ Reais/Caminhão}$$

Com o Custo do Processo em mãos, foi então possível calcular a Receita, de acordo com a Equação 7.

$$Receita = Custo\ do\ Processo * Volume \quad (7)$$

Sendo assim obteve-se,

$$Receita = 1,53 * 600$$

$$Receita = 918\ Reais/Mês$$

Já com o valor da receita, pode-se então calcular o ROI, conforme equação a seguir.

$$ROI = \frac{202289,35}{918}$$

$$ROI = 220,36\ meses$$

Com todos os dados em mãos, tanto o valor da Receita, quando o Custo do Investimento se obteve um ROI de 220,36 meses.

Fazendo uma breve análise, o ROI foi considerado inviável para implementação do sistema, devido à demora para se obter o retorno. Por se tratar de uma receita de valor consideravelmente baixo, a demora de 220 meses, referentes a 18 anos e 5 meses, não se mostra vantajosa para a empresa.

O ROI pode variar de empresa para empresa, isso se dá devido ao tamanho da empresa e a receita investida por ela. Se a receita for de alto valor e o ROI for baixo, temos então um curto tempo para a empresa obter o seu retorno, sendo então algo vantajoso, o qual não é o caso desse projeto, como comprovado pelos cálculos anteriores.

Porém a implementação gera inúmeros outros ganhos, como segurança, ganho de tempo dos operadores em outras atividades, entre outros, apesar de hoje o custo de implementação ser alto e desvantajoso, esse é um investimento para vida da empresa, e trará grandes retornos mesmo que a longo prazo.

7.3 CAPACIDADE PRODUTIVA DO SISTEMA

A capacidade produtiva do sistema é a quantidade máxima de realizações do processo que o AGV consegue executar, com os recursos disponíveis no tempo estimado. Apesar de se imaginar que quanto maior a capacidade produtividade,

melhor, deve-se buscar o alinhamento da demanda com a sua capacidade produtiva, tendo assim, um melhor custo benefício.

A capacidade disponível é diferente da capacidade efetiva. A primeira não leva em conta paradas de linha e ineficiência do operante do sistema, considera-se então a capacidade realmente disponível para execução do processo. Já a capacidade efetiva leva-se em conta perdas previsíveis, tais como, manutenção, paradas de linha e ineficiência do operante.

Nesse estudo foi utilizada a capacidade produtiva efetiva (CPE) do sistema, desta forma leva-se em consideração as perdas já previstas, que por ser uma máquina não haverá. Utilizou-se 96% de eficiência, devido as possíveis paradas de linha, manutenção do equipamento, erro do operante, entre outros.

A capacidade produtiva efetiva pode ser obtida conforme Equação (8):

$$CPE = (Horas Totais do Turno) * 0,96 \quad (8)$$

$$CPE = (528) * 0,96$$

$$CPE = 506,88 \text{ minutos}$$

Obteve-se assim, que a capacidade produtiva efetiva do sistema será de 506,88 minutos diariamente.

Para se calcular as horas totais do processo realizado pelo AGV, foi necessário obter informações sobre a velocidade em que o equipamento funciona. De acordo com informações dos fabricantes, foi possível obter que a velocidade indicada para a realização do processo é de 50m/min. No capítulo anterior, foi apresentando o novo layout, o qual possui uma distância de 250 metros a serem percorridos pelo sistema.

Com isso, obteve-se que o tempo total do processo é de 5 minutos, conforme Equação (9).

$$Horas Totais do Processo = \frac{250}{50} \quad (9)$$

$$Horas Totais do Processo = 5 \text{ minutos}$$

A partir dessa informação pode-se então calcular o CPS, conforme Equação (3) já apresentada. Desta maneira, a capacidade produtiva do sistema está apresentada na Equação (10):

$$CPS = \frac{506,88}{5} \quad (10)$$

$$CPS = 101,37$$

Sendo assim, pode-se obter que a capacidade produtiva do sistema equivale a 101,37. Com isso, o sistema AGV estudado para a aplicação na montadora na área de transporte de portas, possui uma capacidade de movimentação de 101 conjuntos de portas por turno, por AGV.

Atualmente, sem o uso do sistema AGV é possível movimentar até 151 conjuntos de portas por turno.

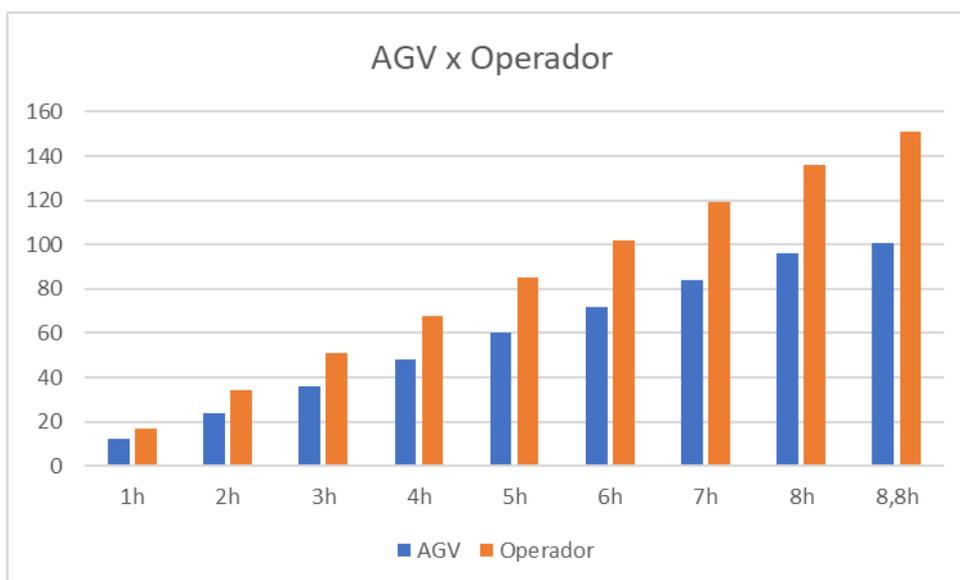


Gráfico 3 - Conjunto de Portas Movimentadas pelo AGV e Operador
Fonte: Autoria Própria

A partir do Gráfico 1 foi possível fazer uma análise envolvendo a capacidade produtiva diária do AGV comparada a do operador. Observou-se então, que a capacidade produtiva do AGV é menor que a atual capacidade produtiva do operador.

8 CONCLUSÃO

Após todo o acompanhamento e avaliação do processo, pode-se notar que o processo realizado atualmente apresenta um funcionamento aceitável para a produção atual, porém é necessário salientar que o processo atual apresenta muitas perdas para a empresa, onde os operadores que realizam as funções de movimentação de portas caminham muito sem que seja preciso. Além de perdas apresentadas anteriormente, é necessário também ressaltar os perigos envolvidos na função, os quais podem acarretar grandes problemas para a montadora, caso o operador sofra e/ou cause algum acidente de grande proporção.

Comparando ao cenário inicial com o cenário da possível mudança, foi possível verificar os problemas enfrentados no processo de locomoção de portas, e assim, realizar a nova proposta para a movimentação de portas dentro da montadora.

Para chegar aos resultados desse estudo foi necessário a análise e acompanhamento de todas as etapas do fluxo, para que desta forma fosse possível identificar os pontos críticos. Após estudos e análises da possível implementação da tecnologia AGV, pode-se observar que essa mudança não terá um retorno rápido sobre o investimento, pois seria um alto custo investido para anos de espera do retorno, porém esse é um investimento para vida da empresa e mesmo que a longo prazo, trará grandes retornos.

Pode-se dizer que a uma produção de 100 caminhões por dia, com dois turnos diários, portanto uma produção de 200 caminhões por dia, terá um retorno sobre o investimento em 2 anos e 9 meses, que é um ROI dentro do aceitável pela empresa. Desta forma, quando a montadora atingir essa produção será viável a implementação da tecnologia e não mais a utilização da mão de obra dos operadores para a função de movimentação de portas.

Foram apresentados os resultados para alguns funcionários envolvidos no projeto do estudo da implementação do AGV na movimentação de portas dentro da montadora, e desta maneira chegou-se à conclusão de que com a produção atual, não seria viável financeiramente e fisicamente a implementação desse estudo, tendo em vista que o custo do operador não é tão alto e o tempo gasto pelo mesmo no processo também não é relativamente alto comparado ao da tecnologia envolvida no estudo.

Mesmo com o aumento de produção o processo de melhoria continua pode ser aplicado na empresa sem a necessidade de implementação de um sistema AGV diminuindo então o tempo do processo, e conseqüentemente reduzindo o valor da operação, para que desta forma a empresa obtenha ganhos.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, J. S. **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho; o caso de uma empresa de autopeças.** 2006. 122. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

ALMEIDA, Lucas Filipe A. **Veículo Auto Guiado (Agv - Automated Guided Vehicle) - Protótipo Seguidor De Linha.** 2016. Disponível em: <http://www2.dee.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/18/2017/11/tcc_2016_1_lfaalmeida.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2019.

ATLEE, J. **Selecting safer building products in practice.** Journal of Cleaner Production, v. 19, p. 459 e 463, 2011.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial.** Tradução de Raul Rubenich. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física.** Tradução de Hugo T. Y. Yoshizaki. São Paulo: Atlas, 1993.

BASTOS, Bernado Campbell; CHAVES, Carlos. **Aplicação de Lean Manufacturing em uma Linha de Produção de uma Empresa do Setor Automotivo.** In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 2012, Resende, RJ. Artigo [...]. Resende, RJ: [s. n.], 2012.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos.** Tradução pela Equipe do Centro de Estudos em Logística e Adalberto Ferreira das Neves. São Paulo: Atlas, 2001.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos.** Tradução pela Equipe do Centro de Estudos em Logística e Adalberto Ferreira das Neves. São Paulo: Atlas, 2010.

CHIAVENATO, Idalberto. **Iniciando à administração de materiais.** São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.

COSTA, Cel. Fernando Febeliano. **Organização Industrial,** Centro Paula Souza. São

ELEUTÉRIO, M. A.; **Sistema de Controle para Veículo Autoguiado por Fita Refletiva,** Dissertação de Mestrado, Curitiba, CEFET-PR, 1989.

ESTUDO de Caso: Veículos Guiados Automaticamente. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/16434/16434_6.PDF>. Acesso em: 26 out. 2018.

FARIA, A.C. **Gestão de Custos Logísticos.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONZALES, R. V. D. **Análise exploratória da prática da melhoria contínua em empresas fornecedoras do setor automobilístico e de bens de capital certificadas pela norma ISSO 9001:2000**. 2006. 213p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, 2006.

GUIMARÃES, Julio Cesar Ferro de *et al.* **Inovação no processo em melhoria contínua em uma indústria de plásticos do polo moveleiro da serra gaúcha**. *Sistemas & Gestão*, [S. l.], p. 34-43, 14 abr. 2019.

HAMMOND, G. **Evolutionary AGVS – from Concept to Present Reality**. Springer-Verlag. 1987.

HAMMOND, L. **AGVs at work**. IFS Publications Ltd., UK. 1986.

INDEVA® AGV – Trolleys, Accessories and Options. Disponível em: <<https://www.indevagroup.com/products/indeva-agv-accessories-and-options-2/>>. Acesso em: 29 out. 2018.

KIM C. W; TANCHOCO, J. M. A. **AGV dispatching based on workload balancing**. 1999.

KREMER, Isabela; RIBEIRO, Mariana de Almeida. **Melhoria e ampliação do WMS no gerenciamento de armazém: Um estudo aplicado em uma empresa de soluções para o ramo da construção civil**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

MACHADO, Rosaly; FRANCISO, Antonio Carlos. **Melhoria contínua como ferramenta para o aumento da competitividade organizacional: um estudo de caso no setor metal metalúrgico**. XII SIMPEP, Bauru, SP, Brasil, 2005. XII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 2005.

MARTINS, P. G; ALT, P. R. C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

MESQUISTA, M.; ALLIPRANDINI, D. H. **Competências essenciais para melhoria contínua na produção: um estudo de caso em empresas da indústria de autopeças**. *Gestão & Produção*, v.10 n.1, PP.17-33, São Carlos, UFSCar, 2003.

MOURA, L. R. **Qualidade simplesmente total: uma abordagem simples e prática da gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 1997.

MÜLLER, T. **AGVS in Europe – Current Techniques and Future Trends**. Pringer-Verlag. 1987

MÜLLER, T. **Automated Guided Vehicles**. IFS (Publications) Ltd./Springer-Verlag, UK/Berlin. 1983

MUSETTI, M. A. **A Engenharia e as Capacitações para a Logística Integrada**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2001. p.95.

NAGARETINAM, Murugan. **Implementing Kobetsu Kaizen steps in manufacturing company Goodway Rubber Industries (M)**. 2005. Tese (Bachelor of Manufacturing Engineering) - National Technical University College of Malaysia, [S. l.], 2005.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

ORIENTAÇÃO. Disponível em: <<http://www.agvs.com.br/orientacao.htm>>. Acesso em: 29 out. 2018.

PASSOS, Ivan Arenque. **ADMINISTRAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS E PATRIMONIAIS**. Faculdade São Geraldo, 17 fev. 2017. Disponível em: <https://www.slideshare.net/guestb54373/administrao-de-recursos-materiais-e-patrimoniais-slidesaulas>. Acesso em: 24 abr. 2019.

PINTO, João Paulo. **Lean Thinking, Introdução ao pensamento magro – Comunidade Lean Thinking**. [S. l.: s. n.], 2008.

REBECHI, Robson. Sistema Operacional Kaizen: Um Estudo de Caso sobre a Implantação do Sistema Operacional Oriental em um Empresa Ocidental. **Faculdade Editora Nacional**, [S. l.], 2006.

ROBBINS, S. P. **Comportamento Organizacional**. 9. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. p.441.

ROSA, R.A. **Especialização em Gestão Pública Municipal**. Brasília, 2010. 178p. Gestão logística/ Rodrigo de Alvarenga Rosa – Florianópolis: Departamento de Ciências de Administração/ UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2010.

SAKAI, Jurandir. **A IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA PARA A COMPETITIVIDADE DAS EMPRESAS: ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA DO PÓLO DE CAMAÇARI**. 2005. Monografia (Pós-Graduação em Administração) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

SCOTELANO, S. Laice (2007). **“Implementation of the Kaizen Philosophy and a Research about its Dissimination in an Automobilistic Industry”**. Revista da FAE, Curitiba, Vol.10, N.2, pp.165- 177.

SENSORS for track guiding AGV. Disponível em: <<http://www.cemat.de/product/sensors-for-track-guiding-agv/2521888/W641415>>. Acesso em: 29 out. 2018.

SHIBA, S.; GRAHAM A.; WALDE, D; **TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SIMÕES, Rosicler; ALLIPANDRINI, Dário Henrique. Gestão da melhoria contínua: modelo de boas práticas e aplicação em uma empresa de médio porte. *In*: XXVI ENEGEP, 2006, Fortaleza, Ce, Brasil. **Artigo** [...]. Fortaleza, CE, Brasil: ENEGEP, 2006.

SINGH, J. e SINGH, H. (2009). **“Kaizen Philosophy: A Review of Literature”**, pp.1-63

SISTEMA AGV. [S. l.], [20--]. Disponível em: <http://www.sinova.com.br/sistema-agv>. Acesso em: 24 abr. 2019.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SORIANO, F. F. **Gestão da armazenagem**: uma análise do sistema de gestão WMS. 2013. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

SOUZA, Jose de; ROYER, Rogerio. IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA AGV - VEÍCULO GUIADO AUTOMATICAMENTE UM ESTUDO DE CASO. **ENEGEP**, Salvador, BA, 2013. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.

TINELLI, L. M. **Otimização do posicionamento de produtos acabados em armazéns inteligentes**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2013.

VEÍCULOS GUIADOS AUTOMATICAMENTE: tecnologia sem condução. 2017. Disponível em: <http://www.logweb.com.br/veiculos-guiados-automaticamente-tecnologia-sem-conducao/>. Acesso em: 26 out. 2018.