

## IMPLANTAÇÃO DE UM AGV EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA: UM ESTUDO DE CASO

L.C. SIMEI<sup>1</sup>; A. M. SANTOS<sup>1</sup>; C. M. LIMA<sup>1</sup>; C. A. LOPES<sup>1</sup>; J. V. G. BARBISAN<sup>1</sup>.

**RESUMO:** Desde a implantação do sistema de produção idealizado por Henry Ford em 1914 para produção em massa, as indústrias buscam manter-se competitivas adequando-se de maneira técnica e organizacional, entretanto a história apresenta episódios de extrema relevância sob o aspecto de saúde e segurança no ambiente laboral, a partir dos quais novas soluções foram pensadas a fim de garantir que o cenário fabril seja seguro e eficiente. A quarta revolução industrial – Industry 4.0, apresenta uma maneira nova sobre métodos e processos, aliadas às tecnologias de coleta e análises de dados, tomadas de decisão utilizando como veículo para as ações a Internet e dispositivos com a Tecnologia IoT – Internet of Things, que permitem que máquinas e dispositivos conectem-se formando uma rede de autogestão, automatizada na execução de processos de fabricação. Avaliando o cenário, o trabalho propõe o estudo da aplicação de um dispositivo AGV (Automated Guided Vehicle) aplicado ao cenário de produção de veículos pesados objetivando entender como além das vantagens sob o aspecto de automação do processo de movimentação e manipulação de cargas e, como esse equipamento contribui para saúde e segurança na unidade fabril onde foi aplicado.

**Palavras-chave:** AGV, Robótica Industrial, Automação de Processo.

**ABSTRACT:** Since the implementation of Henry Ford's mass production system in 1914, industries have been striving to remain competitive by adapting their technical and organizational approaches. However, history has witnessed significant incidents regarding health and safety in the workplace, prompting the development of new solutions to ensure a safe and efficient factory environment. The fourth industrial revolution, known as Industry 4.0, introduces novel methods and processes that integrate data collection and analysis technologies. Decision-making is facilitated through the Internet and Internet of Things (IoT) devices, enabling the connection of machines and devices in a self-managed network for automated manufacturing processes. Taking this landscape into account, this study proposes an investigation into the application of an Automated Guided Vehicle (AGV) device within the heavy vehicle production scenario. The objective is to explore not only the automation advantages in cargo movement and handling processes but also how this equipment contributes to the health and safety of the factory unit in which it is implemented.

**Keywords:** AGV, Industrial Robotics, Process Automation.

## INTRODUÇÃO

Com o ritmo das mudanças tecnológicas, impulsionadas pelo desenvolvimento da computação e da tecnologia da informação, as empresas, na corrida por se manterem competitivas e demonstrar inovação em seus modos produtivos e em seus produtos, cada vez mais têm investido em adaptar seus processos às mudanças rápidas que acontecem na indústria com vias a modernizar e automatizar suas fábricas. Isso está pavimentando o caminho para abordagens que rompem com os métodos convencionais e está causando mudanças profundas em toda a cadeia produtiva e logística (FIRJAN, 2016).

Deloitte (2015) diz que o conceito de indústria 4.0 é amplamente usado na Europa, sobretudo na Alemanha e consiste num estágio de desenvolvimento das companhias e de todo o gerenciamento da cadeia de processos envolvidos na indústria de manufatura com a utilização de máquinas inteligentes que continuamente trocam informações diversas, como nível de estoques, problemas ou falhas e mudanças em requisições ou níveis de demanda. O termo 4.0 deriva de uma ideia onde os mundos virtuais e físicos se fundem através da internet.

Podemos dizer que tudo o que envolve uma planta operacional são conectados digitalmente, integrando toda uma cadeia de valor. Nos EUA e nos países de língua inglesa, é comum encontrarmos o termo internet das coisas (IoT) para se referir à indústria 4.0, mas a IoT é, na verdade uma das características da indústria 4.0.

A figura 01 exprime os conceitos da indústria 4.0, se referindo a ela como a quarta revolução industrial e a diferencia no tempo e nos conceitos com as revoluções industriais anteriores. Deloitte (2015) mostra, através da figura 01, que graças a terceira revolução industrial, que introduziu os sistemas eletrônicos, as tecnologias que possibilitaram a quarta revolução fossem rapidamente desenvolvidas.

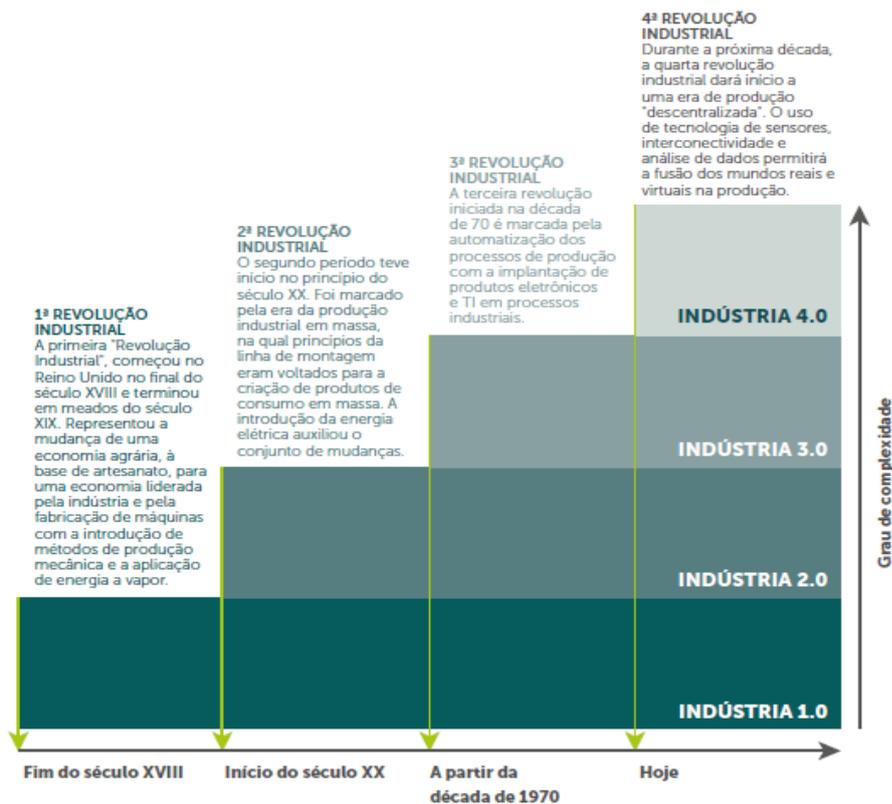


Figura 01 – As Quatro Revoluções Industriais

Fonte: Deloitte adaptado (2015)

## O AGV

Suman (2016) diz que AGV (*Automated Guided Vehicle* – Veículo Guiado Automaticamente) é um veículo de transporte em ambientes fabris totalmente programável e com custos operacionais relativamente baixos. Os AGVs seguem um caminho selecionado previamente pela programação e seu comando pode ser dado de várias maneiras como rádio frequência (antenas RFID), sistema óptico com fitas guias no piso, laser, GPS e Scanners.

Os AGVs possuem operação mais segura e precisa, pois, com um fluxo logístico bem desenhado, com rota fixa, pode-se abrir mão completamente de intervenções humanas. Outra vantagem é a eliminação de riscos associados ao uso de empilhadeiras (INDEVA, 2014).

Os AGVs necessitam, para controle, de sistema de alimentação (bateria ou indução eletromagnética), sistema de reposição de baterias (quando utilizadas), sistema de recarregamento de baterias (quando utilizadas), antenas

RFID quando o sistema de identificação é por posição no trajeto, o que permite que se dispense de intervenção externa para colocar o AGV em qualquer ponto do percurso e rotas e marcadores (INDEVA, 2014).

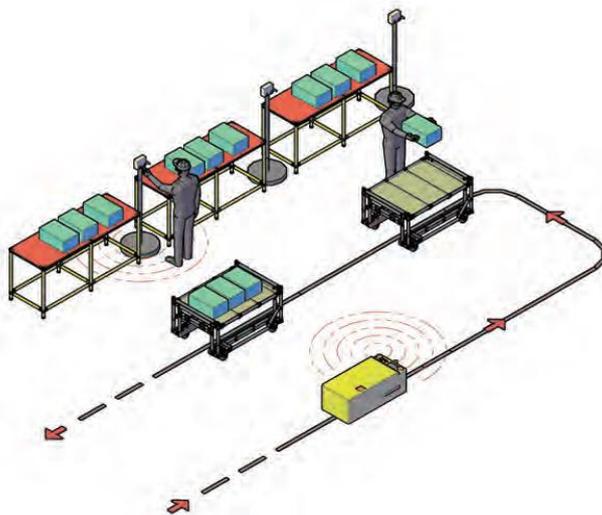


Figura 02 – Exemplo de trajeto guiado numa linha de produção

Fonte: INDEVA (2014)

Calazans (2018) explica que os veículos guiados autonomamente (AGV) confiam plenamente na automação e robótica, demonstrando a interatividade desses carros com os demais equipamentos industriais da linha de transporte de peças ou montagem de produtos. Dado que o uso de sensores embutidos pode detectar os arredores, informando ao AGV sua posição, tarefa a realizar e qual objeto está diante dele, o processo fica mais seguro contra falhas e acidentes

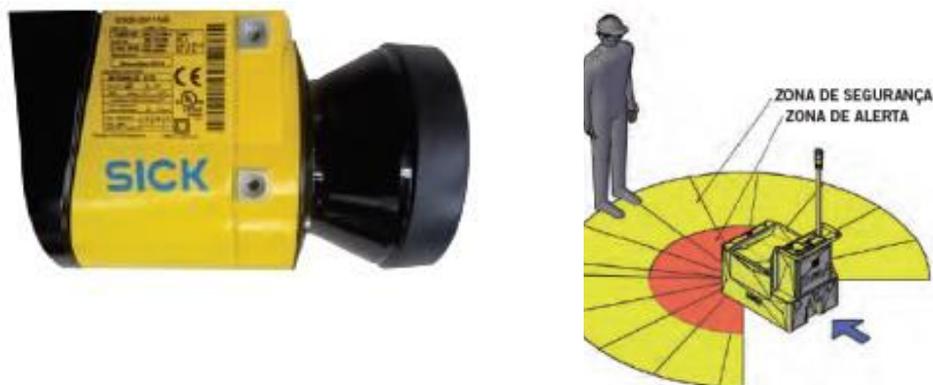


Figura 03 – Exemplo de monitor de área utilizado em AGVs

Fonte: INDEVA (2014)

A aplicação do AGV (*Automated Guided Vehicle*) no cenário industrial tem como motivação principal a movimentação de materiais de maneira pré-programada, monitorada e autogerida sem a intervenção de operadores no processo. Diferente de sistemas convencionais para movimentação de cargas o AGV permite alteração de rotas, ajuste automático e instantâneo da velocidade de movimentação, baseado pelas informações adquiridas por meio de sensoriamento e análise, resposta e retroalimentação por meio dos algoritmos de controle

Esses métodos inteligentes de produção inseriram na indústria a possibilidade de se automatizar tarefas consideradas complexas, trazendo, assim, benefícios para os trabalhadores como melhoria em ergonomia e segurança do ambiente. Evita-se, com esses equipamentos que os colaboradores realizem tarefas repetitivas, pesadas e difíceis de serem realizadas por sistemas inteiramente automatizados (CALAZANS, 2018).

### **Normas Regulamentadoras: NR12 e NR17**

De acordo com Souza (2014), a CLT desde 1943 traz consigo algumas regulamentações e leis complementares com o intuito de regular as mais diversas atividades trabalhistas, entre elas estão às Normas Regulamentadoras (NR's) do Ministério do Trabalho e do Emprego. Se tratando da segurança em máquinas e equipamentos especificamente, a NR12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos) é fundamental nos processos industriais. Sobretudo, porque as máquinas cada vez mais têm sido figura central das indústrias, visto que estas têm o papel muitas vezes de diminuir o esforço físico do trabalhador.

As condições de trabalho englobam aspectos que envolvem levantamento, transporte e descarga de materiais, além da própria condição de organização do trabalho. É de responsabilidade do empregador analisar as condições ergonômicas do ambiente de trabalho e também as condições psicofisiológicas em que seus trabalhadores atuam, devendo a eles a responsabilidade de se adequarem às exigências estabelecidas na NR-17 (Ergonomia), (Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho nº 17, 1990).

Diante do exposto, este artigo consiste em analisar os riscos que os atuais equipamentos de movimentação de carrocerias e chassis de veículos pesados oferecem aos trabalhadores e demonstrar como o conceito de indústria 4.0, que integra os diversos equipamentos empregados nas montadoras, pode contribuir significativamente na segurança dos operadores.

Objetiva-se analisar a implantação de um sistema AGV integrado e aplicados à produção na indústria automobilística, mais especificamente na montagem de veículos pesados (caminhões e ônibus), estudando os cenários antes e pós aplicação, no que tange a saúde e segurança de operadores, seus possíveis ganhos e otimizações como também seus possíveis impactos negativos para a empresa ou para âmbitos que a transcendem como a economia nacional.

Em uma análise macro da implantação na unidade onde o sistema foi aplicado, o artigo pretende apresentar outros ganhos incluindo: a diminuição do trânsito de empilhadeiras, otimizações de processos, vantagens ergonômicas, diminuição do risco de acidentes causados em determinadas atividades cíclica, a eliminação de transportadores de grande porte, que por vezes, requerem intervenção na área de aplicação por meio de obras de construção civil.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Será analisada uma gama de material bibliográfico, tais como, livros, artigos científicos, dissertações nas áreas de engenharia industrial e informações obtidas em órgãos governamentais, como Ministério do Trabalho, além de dados reais e contextuais, oriundos do estudo de caso e avaliação de informações coletadas em campo.

### **Estudo de caso**

Para a realização deste trabalho será empregado o procedimento de estudo de caso, dispondo as informações de modo sintetizado, de forma que seja possível o aprofundamento e exploração do tema proposto, com ênfase na saúde e segurança dos colaboradores.

Para isso, foi realizada a coleta e análise dos dados obtidos por meio de visitas técnicas à indústria automobilística situada na região do ABC, objeto deste estudo, bem como a realização de entrevistas com participantes diretamente relacionados com os processos estudados. A partir da visita em questão, foi possível mapear os riscos contidos no processo de fabricação de veículos pesados, analisar os cenários e consequências da implantação dos AGV's no que tange as possíveis melhorias e otimizações sob perspectiva da segurança e ergonomia dos colaboradores.

Para o refinamento do estudo serão aplicados ativos de projetos implementados no cenário industrial brasileiro, adquiridos junto à profissionais responsáveis pelas execuções. As informações serão cedidas em caráter confidencial, preservando os direitos à propriedade intelectual, marcas, patentes e imagem, tanto da empresa cedente como dos seus clientes.

Em conjunto com a bibliografia estudada, normas de segurança aplicáveis, sobretudo a NR12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos) e NR 17 (Ergonomia), bem como dados de organizações governamentais, como Ministério do Trabalho, as informações registradas em campo e cedidas pelos entrevistados irão fundamentar a conclusão deste estudo de caso.

### ***Cenários encontrados***

Os cenários encontrados durante a visita realizada na linha de produção de veículos pesados, representaram alguns riscos e perigos que diretamente ou indiretamente podem impactar na saúde e segurança dos trabalhadores envolvidos no processo de produção. Neste estudo de caso, os riscos serão listados e apresentados antes da implantação do sistema de AGV's.

#### ***Cenário I***

A figura 4 abaixo mostra o cenário I, onde os riscos e perigos encontrados foram: o "pitting" necessário demanda profundidade, não tem flexibilidade na alteração de posição do transportador. Para manutenção o acesso é difícil, e é necessário retirar cargas pesadas como o moto redutor através de talhas.



Figura 04 – Transportador de taliscas

Fonte: autores

### ***Cenário II***

A figura 5 abaixo mostra o cenário II. Os riscos e perigos encontrados foram: pouca ergonomia, risco de esmagamento, local sujo e empoeirado.

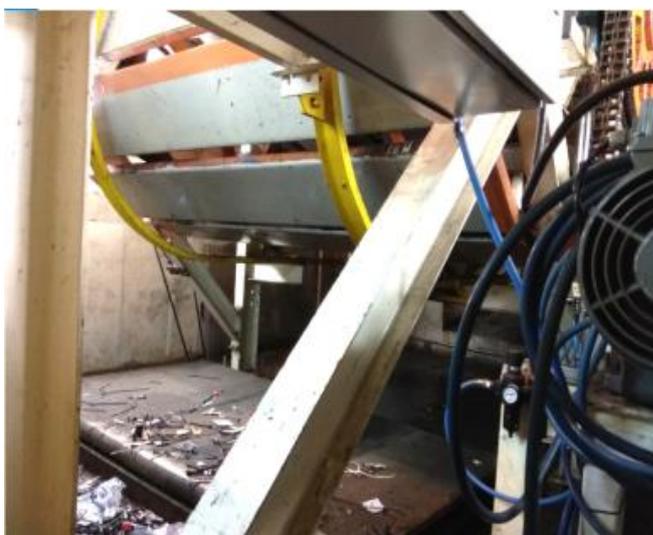


Figura 05 –Montagem final dos chassis

Fonte: autores

### **Cenário III**

A figura 6 abaixo mostra o cenário III. Verificou-se como risco e perigo encontrado a falta de regulagem ergonômica fina.



Figura 06– Estação de montagem de suportes metálicos, válvulas, reservatórios de ar dentre outros

Fonte: autores

### **Cenário IV**

A figura 7 abaixo mostra o cenário IV. Quanto aos riscos e perigos encontrados observou-se que os ganchos (em destaque na imagem) são manualmente acionados através de uma alavanca para apoiar o chassi, existe risco de pensamento da mão e choque com o equipamento. O gancho em questão pode ser fixado de forma errônea, os movimentos repetitivos podem resultar em danos à coluna dos operadores.



Figura 07 – Ganchos para transferência para a linha de montagem de rodas

Fonte: autores

### **Cenário V**

As figuras 8 e 9 ilustram o cenário V, onde a verifica-se a demonstração do gancho fixo no chassi para a transferência. Essa transferência para a linha de montagem em série é feita via pontes rolantes operadas manualmente via botoeira sem fio. Temos um exemplo da ponte rolante de transferência dos chassis através dos ganchos.



Figura 08 – Gancho fixo

Fonte: autores



Figura 09 – Ponte rolante de transferência

Fonte: autores

### **Cenário VI**

As figuras 10 e 11 ilustram o cenário VI.



Figura 10 – Manuseio dos ganchos

Fonte: autores



Figura 11 – Ampliação da figura10

Fonte: autores

Quanto aos Riscos e Perigos encontrados, observa-se o operador comanda ganchos de fixação estando bem próximo do produto. Existe risco de queda de componentes do gancho, choque com o dispositivo, prender a roupa ou partes do corpo.

### ***Cenário VII***

A figura 12 a seguir exemplifica a movimentação de carga suspensa. Já a figura 13 ilustra acesso de operadores ao local.



Figura 12 – Carga suspensa

Fonte: autores

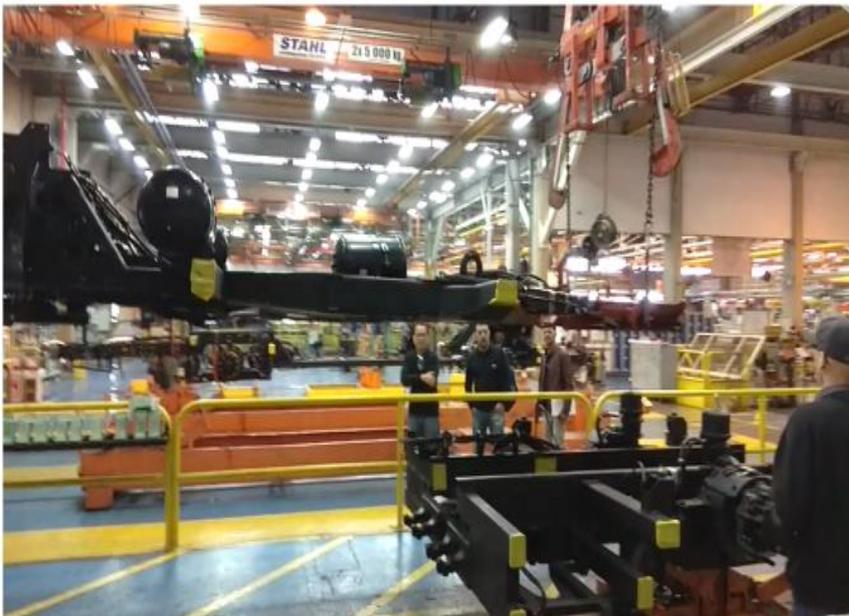


Figura 13 – Demonstração do acesso de operadores

Fonte: autores

Os Riscos e Perigos encontrados foram: acesso a área livre, inexistente portão com chave de segurança elétrica. Carga suspensa e área não devidamente isolada pois o processo requer que o operador adentre na área inúmeras vezes durante seu turno de trabalho

A figura 14 evidencia o trabalhador em zona de risco com carga suspensa aguardando para fazer a conexão entre as duas partes dos chassis:



Figura 14 – Encaixe manual

Fonte: autores

Nota-se que ao fixar uma parte com a outra, o operador tem que se aproximar muito do produto ainda suspenso e acertar os encaixes manualmente, tendo que fazer força para colocá-los na posição.

Novamente temos os seguintes riscos:

- Queda do produto nos pés do operador;
- Desgaste físico e possível afastamento devido à força que deve fazer para colocar o produto em posição;
- Esmagamento das mãos;

Esse processo não acontece de primeira tentativa, tendo o operador muitas vezes que afastar o produto suspenso e aproximar quantas vezes forem necessárias, aumentando ainda mais os riscos, como pode ser observado na figura 15. A fixação de elementos é realizada manualmente, a carga suspensa agrega risco de esmagamento das mãos.



Figura 15 – Demonstração de fixação

Fonte: dos autores

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ***Cenário com Implementação do AGV e Indústria 4.0***

Abaixo detalharemos a linha com a implementação de carros AGVs para a solução das observações elencadas em cada cenário, com relação à produção, segurança e ergonomia listadas acima.

Para a indústria automobilística, os AGVs são alimentados por indução, devido à quantidade de energia que demandam, apesar de os AGVs poderem ser alimentados via bateria, o que torna a instalação desse sistema mais econômica. Para o posicionamento dos carros ao longo da linha, é utilizado tags RFID. Esse sistema possibilita a troca de dados que permite identificar, localizar, rastrear, monitorar e gerenciar produtos inteligentes através de rádio frequência. Esse dispositivo que permite ao AGV ser inserido no conceito de indústria 4.0.



Figura 16 – Sistema de guiamento indutivo  
Fonte: Adaptado de Dürr Brasil (2018)



Figura 17 – Recorte no piso para instalação de cabos de indução  
Fonte: Adaptado de Dürr Brasil (2018)

Esse é o conceito atualmente utilizado pelas montadoras para a movimentação, pois assim se possibilita a alimentação necessária para o carro e eventuais equipamentos interligados e embarcados sobre ele – mesas elevatórias, por exemplo. A alimentação é feita sem contato através da linha condutora no piso e uma cabeça coletora de energia no veículo. A acoplamento eletromagnético é realizado através do ar, sem desgaste. A energia é transmitida de forma contínua para o veículo.

### ***O AGV e a Segurança e Saúde no Trabalho***

Na figura 18 podemos notar que o formato da linha de montagem de chassis foi definido com o objetivo de não haver fluxo cruzado entre linhas de movimentação de AGVs e de abastecimento de chassis e estações de transferência. Estudaremos esse layout com vias a demonstrar que as transferências de chassis podem ser feitas automaticamente, sem a colocação

de operadores sobre o risco de queda de cargas suspensas e como o conceito de indústria 4.0 com os AGVs melhorou a saúde dos operadores nas estações de montagem e, caso haja parada de produção devido à presença de operadores, que faz com que os carros parem de se movimentar, os AGVs, aliados às TAGs RFID mencionadas corrigem o “gap” criado.

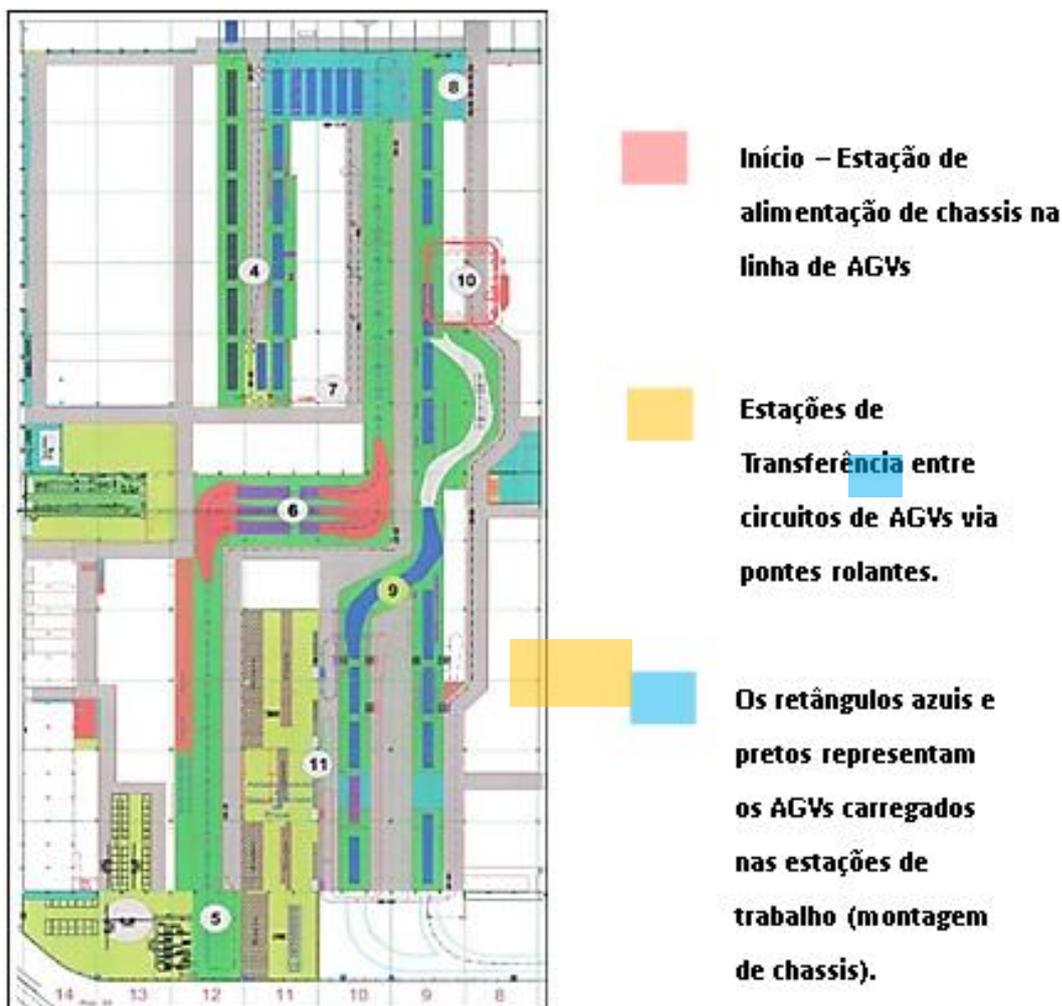


Figura 18– Nova linha de montagem de chassis via AGV  
Fonte: Adaptado de Dürr (2018)

A seguir, foram analisados os riscos e os equipamentos necessários para proteção da integridade física dos operadores e de sua saúde.

### Identificação de perigos, estimativa e avaliação de riscos

Para esclarecimento, os riscos existentes foram tomados como partida da análise de um exemplo de carro em si, considerada o de maior risco tanto pela carga transportada quanto pela complexidade do equipamento.

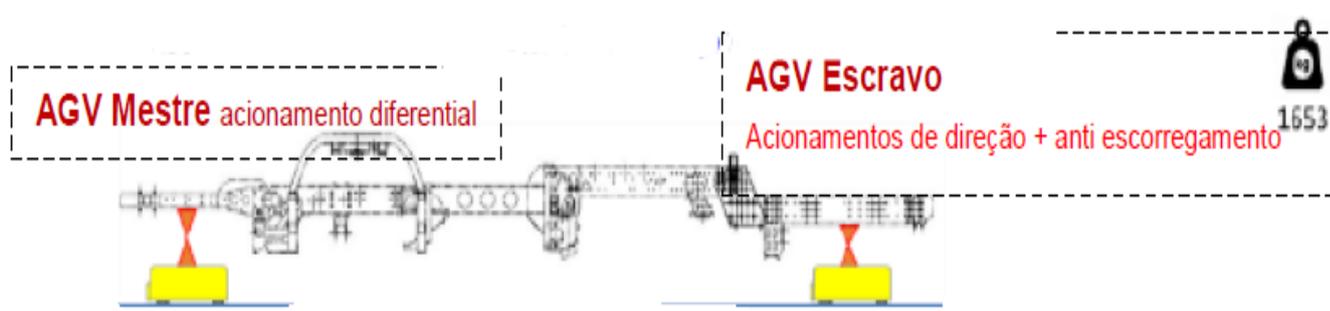


Figura 19 – Esquemático dos AGVs mestre e escravo com carga

Fonte: dos autores

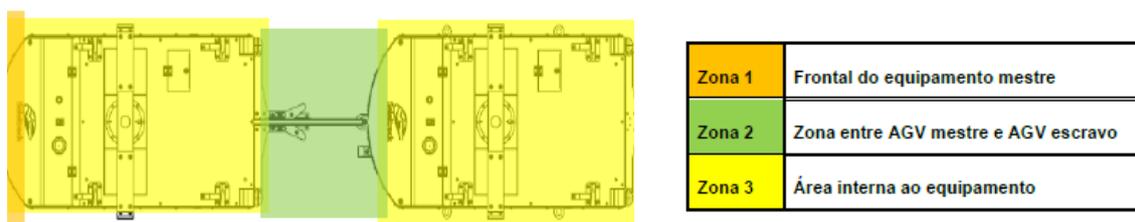


Figura 20 – Layout do AGV vista de cima e descrição das zonas que oferecem perigo

Fonte: Adaptado de SICK (2018)

Para o transporte de chassis, devido ao seu comprimento e necessidade de fazer leves curvas enquanto carregado, o AGV possui é composto por uma parte mestre (motorizada) e uma parte escrava (rebocada).

Na zona 1 (frontal do equipamento mestre), os perigos são por mudança na velocidade do carro, atropelamento e impacto. As medidas de segurança aplicadas são a utilização de scanners a laser para monitoramento de área, CLP ou relé de segurança monitorando os dispositivos do sistema de segurança da máquina, botão de parada de emergência e sistema de monitoramento seguro de velocidade.

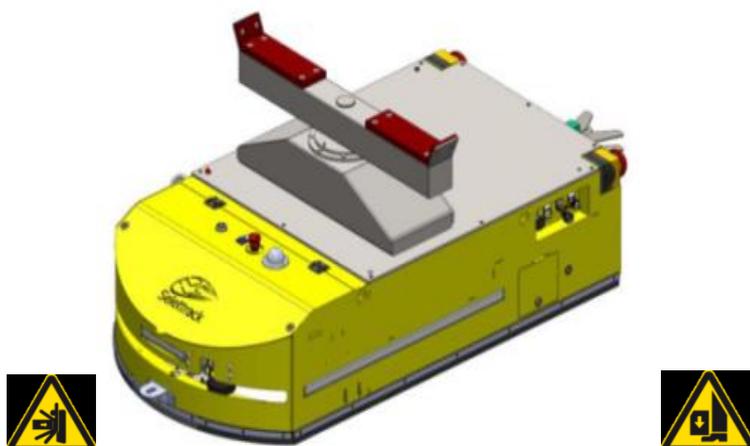


Figura 21 – Croqui com a localização dos perigos na Zona 1

Fonte: Adaptado de SICK (2018)

Na zona 2 (área entre AGV mestre e AGV escravo) o perigo é essencialmente por atropelamento, mas só acontecerá quando o AGV estiver sem material sendo transportado, pois quando carregado, este serve como uma barreira que impede o acesso de pessoas entre o AGV mestre e o AGV escravo.

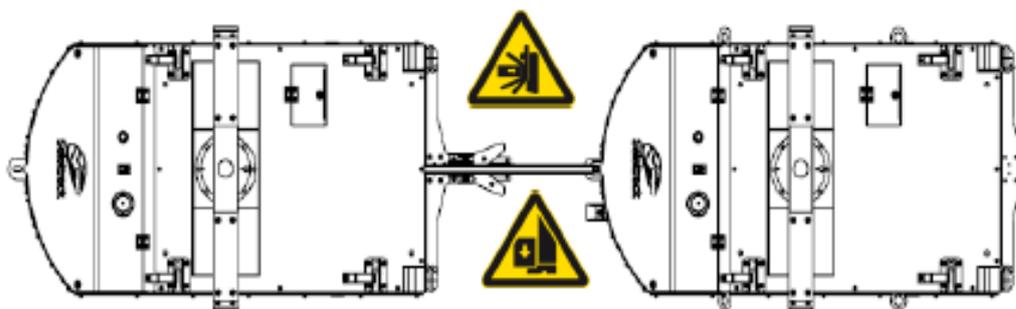


Figura 22 – Croqui com a localização dos perigos na Zona 2

Fonte: Adaptado de SICK (2018)

Na zona 3 (área interna do equipamento) os perigos são referentes a choques elétricos e exposição a curto-circuito, ou seja, é um perigo mais voltado ao pessoal da manutenção e não da operação, portanto, não será objeto desse estudo.

### ***Perturbação no tato, demanda e retomada do tato***

Nesse formato de produção com AGV's dentro do conceito de indústria 4.0, a linha de produção possui um Supervisor de Produção que controla a

velocidade da linha e a distância de AGV para o próximo AGV que deve ser o comprimento da estação de trabalho (tato da linha). Variações como demanda de produção ou problemas nas estações de trabalho ocasionados por operador que demore para realizar o trabalho da respectiva estação ou por algum incidente cause perturbação no tato ou qualquer evento não previsto podem ser corrigidos, algo impossível nos formatos de produção clássicos.

Com os AGVs, o tato da linha pode variar e todo o sistema de AGV, mesmo em outros circuitos da linha, pode se ajustar ao receber um comando do supervisor de produção que avisa que em determinada estação, o processo se encontra parado. Na figura 08 abaixo, destacamos que em uma estação houve parada e consequente perturbação no tato da linha:



Figura 23 – Abertura de espaço diferente do tato em caso de parada de produção

Fonte: autores

O espaço aumentado entre o AGV da estação parada e o próximo AGV se dá, pois, esse sistema não requer que a linha toda pare, ou seja, os AGVs posteriores e anteriores continuam em movimento até alcançarem uma distância programada no Supervisor de Produção. AGVs anteriores avançarão até a chamada distância de segurança não ultrapassando essa distância em hipótese alguma, garantindo assim a segurança dos operadores. Após a retomada de produção, o AGV, em pontos determinados pela análise de risco, aumenta sua velocidade, sem prejuízo do trabalho nas demais estações até que se estabeleça novamente o tato da linha. O que permite ao supervisor de produção tomar as medidas necessárias para o restabelecimento do tato são as *tags* RFID embutidas no piso ao longo dos postos. Essas *tags* permitem um mapeamento de toda a linha.

Com a entrada de um AGV em uma estação, as *tags* colocadas a cada metro percebem o AGV, identifica seu número, o número da estação em que ele entrou, o produto transportado (modelo de veículo) e, diante disso, quais operações devem ser realizadas nesse veículo. Como podemos ver na figura 09, as *tags* permitem que se faça um intertravamento de alguns equipamentos existentes na estação em que o AGV entrou. Esse, ao entrar, aguarda a liberação do Supervisor de Produção.

Ao receber a liberação, todos os equipamentos, como por exemplo torqueadeiras eletrônicas, manipuladores, dispositivos de elevação, equipamentos de abastecimento de fluidos, equipamentos de alinhamento, dentre outros, estão “cientes” do produto transportado e recebem comandos do volume de fluidos, torque necessário em cada parafuso, altura que se deve elevar os produtos e etc. Um aspecto interessante quanto à altura de elevação é que quando o AGV possui uma mesa elevatória para permitir que o operador realize trabalhos em regiões em baixo do veículo, este eleva o produto à altura de acordo com o operador presente na estação naquele turno, ou seja, se no primeiro turno temos um operador com altura diferente do operador do turno seguinte, o Supervisor de Produção “avisa aos AGVs” a altura que sua mesa elevatória deve atingir para cada situação, melhorando e muito a saúde dos operadores dessas estações.

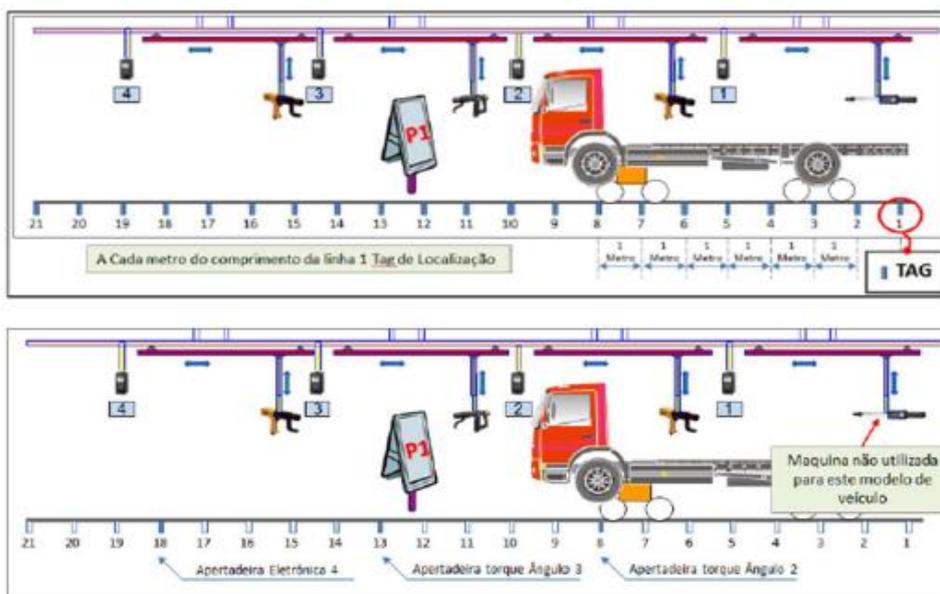


Figura 24 – Intertravamento da linha via posicionamento de *tags* RFID

Fonte: dos autores

Após a realização do trabalho na estação, o AGV aguarda a liberação do Supervisor de Produção que dirá se ele pode prosseguir para a estação seguinte. O AGV pode ser impedido de prosseguir caso os equipamentos não tenham realizado o trabalho como programado (volume errado de fluido, torque errado em parafusos e etc.), bem como alguma emergência por parte dos operadores.

### ***Transferência de chassis entre circuitos***

O Supervisor de Produção dos AGVs também controla a transferência de chassis entre circuitos, depositando-os em AGVs diferentes, necessários para o circuito em que ele transitará após a transferência.

Para fazê-lo, os chassis são retirados do AGV via ponte rolante e depositado no novo AGV. O posicionamento correto do AGV se dá novamente pelas *tags* RFID que garantem que o AGV está na posição, informam à ponte rolante o produto que está sendo transportado, e esta posiciona seus ganchos, não precisando interferência humana no processo. A área por trabalhar com carga suspensa e movimentação automática deve ser enclausurada com cercado de 2,2 m de altura, barreira de luz, monitor de área a laser (scanner de área) e porta de manutenção com chave elétrica de segurança, conforme pede a NR12.

Para análise dos resultados obtidos após a modernização da planta fabril objeto deste estudo, considerando sobretudo, a implementação dos AGV's em substituição aos meios arcaicos de movimentação de cargas no processo de montagem de veículos pesados, foram consultados membros da empresa responsável pela execução do projeto, a qual inclusive se destacou globalmente pelo nível de excelência alcançado, bem como representantes da planta modernizada.

Tais consultas foram de suma importância para contextualização dos dados que serão apresentados a seguir, coletados do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho, disponíveis na plataforma digital SMARTLAB<sup>®</sup>, criada a partir de uma iniciativa conjunta do Ministério Público do Trabalho e Organização Mundial do Trabalho – Brasil.

De posse das informações coletadas na plataforma SMARTLAB®, geramos gráficos com ênfase na cidade de São Bernardo do Campo para análise do cenário antes da implementação dos AGV's (2017) e após, com o sistema em plena operação (2018), como veremos a seguir.

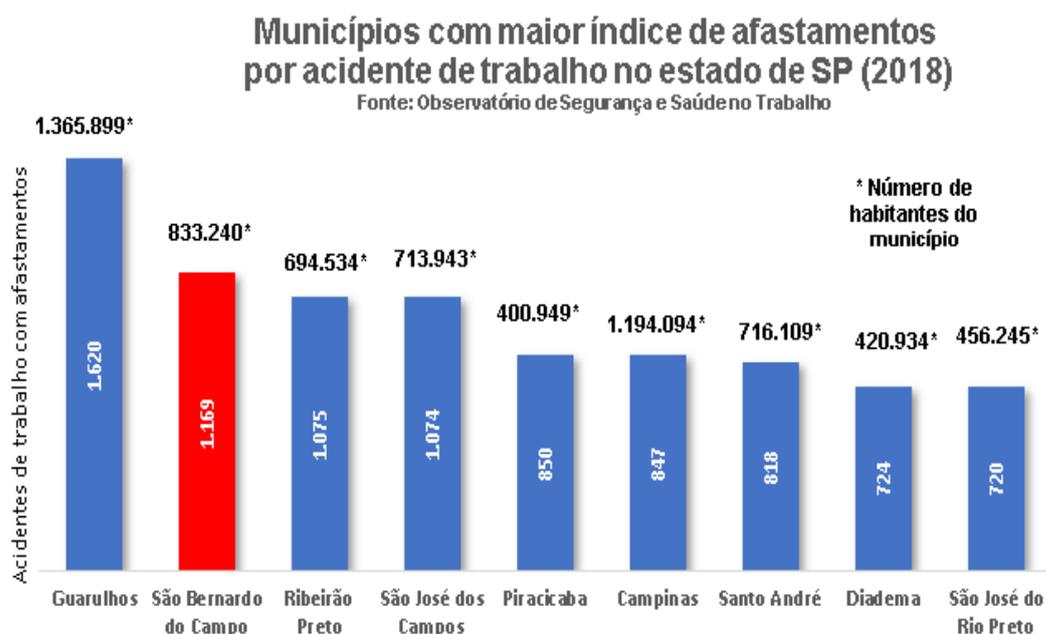


Figura 25 – Municípios com maior índice de afastamentos por acidente de trabalho em 2018

Fonte: adaptado pelos autores

Desconsiderando o município de São Paulo, cujo número de habitantes é pelo menos 9 vezes maior (12.176.866) que os demais municípios que compõem as 10 primeiras posições com maiores índices de afastamentos por acidente de trabalho no estado de São Paulo em 2018, São Bernardo Campo, ocupa a segunda posição no ranking de afastamentos – Vide figura 1, mostrada anteriormente.

### Municípios com maior índice de notificações de acidente de trabalho no estado de SP (2000 - 2018)

Fonte: Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho



Figura 26 - Municípios com maior índice de notificações de acidente de trabalho

Fonte: adaptado pelos autores

Considerando o número de notificações de acidente de trabalho no período de 2000 a 2018, o município de São Bernardo ocupa a 3ª posição no ranking, ficando atrás apenas das cidades de Guarulhos e Campinas, cuja população em 2018 era superior a 1 milhão de habitantes – Vide figura 2, mostrada anteriormente.

### Top 10 Setores Econômicos Com Mais Notificações de Acidentes de Trabalho (2012 - 2018)

Fonte: Observatório de Segurança e Saúde do Trabalho

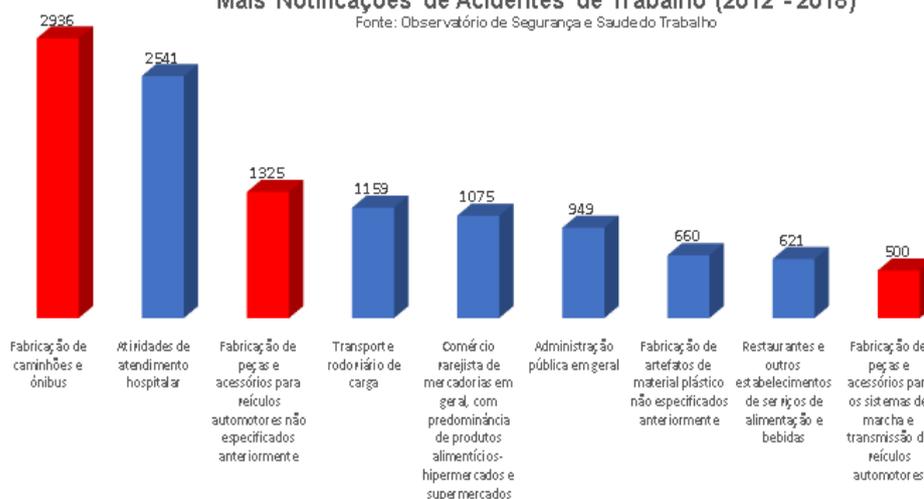
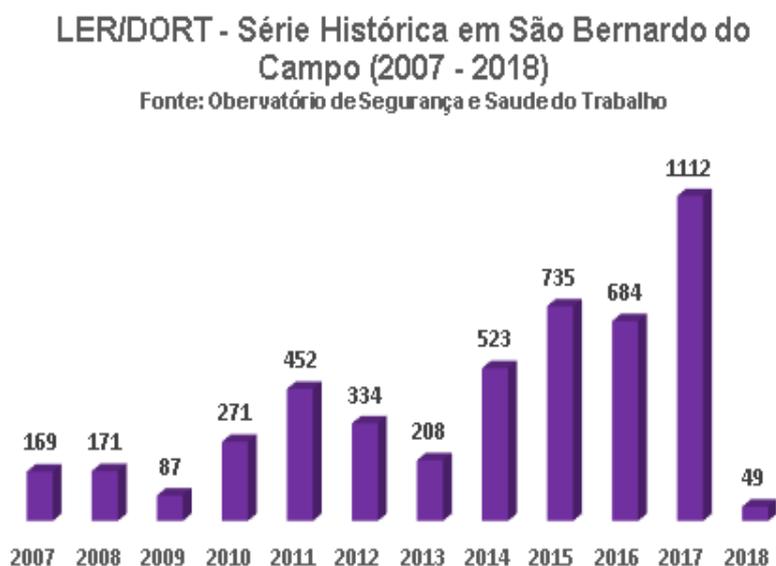


Figura 27 – Top 10 setores com maiores números de notificações de acidentes de trabalho

Fonte: adaptado pelos autores

Estreitando a análise, verificamos que a atividade econômica com maior índice de notificações por acidente de trabalho na região de São Bernardo do Campo no período de 2012 a 2018 foi de fabricação de caminhões e ônibus (vide figura 3), em consonância o foco deste estudo, linha de produção de veículos pesados. Neste caso, é válido considerar que a indústria automobilística objeto de deste estudo possui a maior expressividade frente as outras montadoras na região, se destacando em capacidade produtiva, número de colaboradores e território.



**Figura 28 – Série Histórico de LER/DORT em São Bernardo do Campo**

Fonte: adaptado pelos autores

No gráfico acima (Figura 4) temos 4.795 notificações relacionadas a LER/DORT em São Bernardo do Campo no período de 2007 a 2018, com destaque para o ano de 2017, o qual teve um pico de casos de 1.112 notificações e 2018, com uma queda brusca de 49 casos.

Neste caso, cabe mencionar que a modernização da linha de produção de veículos pesados em questão, a qual foi implementada em 2018, e, em relação as outras montadoras, foi a mudança mais sensível implementada no período, que, juntamente com outras variáveis, como queda na produção, melhorias nos processos e redução da necessidade de intervenção humana, podem justificar a queda acentuada no índice de afastamentos por LER/DORT em 2018.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração de novas tecnologias aos processos de fabricação, por meio da automação industrial, da interface de máquinas e equipamentos pelo uso da internet (IoT) como plataforma de comunicação, coleta, tratamento e análise dados, enquadradas na proposta da Indústria 4.0, demonstrou vantagens tecnológicas e econômicas quando comparadas aos processos no cenário anterior à aplicação.

O constante investimento em tais tecnologias e, em particular ao objeto de estudo apresentado: aplicação de AGVs na Indústria de Montagem de Veículos Pesados, demonstrou além da eficiência técnica, retorno econômico sob os aspectos operacionais e, bem como enfatizado pelo dados apresentados, um benefício ímpar, sob o aspecto de segurança do trabalho, para os colaboradores da unidade fabril estudada, refletindo diretamente na drástica diminuição de acidentes de trabalho e, conseqüentemente, nos afastamentos decorrentes de tais acidentes, reportados no município de São Bernardo do Campo, onde foi implantada a primeira linha utilizando AGV na movimentação do produto na linha de montagem de veículos pesados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALAZANS, Gustavo. Os Métodos de Produção Estão Ficando Inteligentes com a Introdução dos AGVs. Trilogiq, 2018. Disponível em: <https://trilogiq.com.br/author/gcalazans/>

DAS, SumanKumar et al. Design and Methology of Automated Guided Vehicle – A Review. National Instituteof Technology, Jamshedpur, 2016

DELOITTE. Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. 2014. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturin g/ch-enmanufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>

DÜRR, Leading in Production Efficiency. Proposta Técnica AGV Para Linha de Montagem de Ônibus. São Paulo, 2018.

DÜRR, Leading in Production Efficiency. Treinamento Sistema AGV.PFS / Engenharia Elétrica, São Paulo, 2019.

FIRJAN. Industria 4.0. 2016. Disponível em:<https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/industria-4-0-1.htm>

INDEVA, Intelligent Devices for Handling. AGV – Automated Guided Vehicles. Disponível em:[http://indevagroup.com.br/wp-content/uploads/2011/09/agv-indeva-low\\_PT-BR.pdf](http://indevagroup.com.br/wp-content/uploads/2011/09/agv-indeva-low_PT-BR.pdf)

ENIT. NR 17. 1978. Disponível em:  
[https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos\\_SST/SST\\_NR/NR-17.pdf](https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-17.pdf) .  
Acesso em 22/11/2019.

OBSERVATÓRIO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO. Frequência de acidentes. Disponível em:  
<https://SMARTLABbr.org/sst/localidade/3548708?dimensao=frequenciaAcidentes>. Acesso em: 26/04/2020.

OBSERVATÓRIO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO. Perfil dos afastamentos – INSS. Disponível em:  
<https://SMARTLABbr.org/sst/localidade/3548708?dimensao=perfilCasosAfastamentos>. Acesso em: 26/04/2020.

OBSERVATÓRIO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO. Prevalência de Afastamentos – INSS. Disponível em:  
<https://SMARTLABbr.org/sst/localidade/3548708?dimensao=prevalenciaAfastamentos>. Acesso em: 26/04/2020.

SICK, Sensor Intelligence. Apreciação de Risco Para Dürr Brasil. São Paulo, 2019.

SOUZA, G. F. Impactos da nova redação da NR12 nas Indústrias. Monografia de Especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2014.