



ANDRÉ LUIS BALDIN

**AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL POR VEÍCULOS GUIADOS
AUTOMATICAMENTE (AGV)**

Leme
2018

ANDRÉ LUIS BALDIN

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL POR VEÍCULOS GUIADOS AUTOMATICAMENTE (AGV)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Anhanguera de Leme, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia de Controle e Automação.

Orientador: Pedro Carvalho Filho

Leme
2018

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL POR VEÍCULOS GUIADOS AUTOMATICAMENTE (AGV)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Anhanguera de Leme, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia de Controle e Automação.

.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Pedro Carvalho Filho

Prof^(a). Marcio Antônio Ré

Prof^(a). Titulação Nome do Professor(a)

Leme, 10 de Dezembro de 2018.

*Dedico este trabalho aos meus pais e minhas
filhas.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado à oportunidade de concluir minha graduação.

Primeiramente gostaria de agradecer a universidade Anhanguera, ao corpo docente, direção e administração por terem me proporcionado a oportunidade de me graduar em Engenharia de Controle e Automação.

Agradeço aos professores que tive durante esses anos de curso, pela orientação, apoio e principalmente confiança!

Meu maior agradecimento aos meus pais e minhas filhas, pelo amor, incentivo e um apoio incondicional.

Aos amigos que fiz durante o decorrer do curso, que junto de mim percorreram os mesmos caminhos, que fizeram parte da minha formação e que irão continuar presentes em minha vida.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente estiveram comigo durante esses anos e fizeram parte da minha formação, o meu mais sincero, muito obrigado!

BALDIN, André Luis. **Automação Industrial Por Veículos Guiados Automaticamente (AGV)**. 2018. 32P. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação Engenharia de Automação. – Faculdade Anhanguera de Leme. Leme, 2018.

RESUMO

As empresas estão sempre atrás de melhoria e qualidade visando melhorar seus produtos, para poder competir com seus concorrentes em situação de igualdade e conseguir a fidelização dos clientes exigentes. A agilidade em processos é uma das melhorias procuradas através de novas tecnologias que as colocassem em evidencia na superação de seus concorrentes. A globalização foi o que mais colaborou com essas mudanças no mercado, agilidade, redução de custos, elevação dos padrões de qualidade são fatores relevantes que fazem com que as empresas mudem para se manter competitivas frente a seus concorrentes e se mantenham vivas no mercado produtivo. O objetivo geral deste trabalho é fazer um estudo bibliográfico baseado na literatura, disponível sobre a automação industrial e o uso do AGV, mostrando a aplicação e a importância dos benefícios que são encontrados em um processo produtivo para dar mais agilidade e melhorar a produtividade.

Palavras-chaves: Melhoria. Qualidade. Automação Industrial. Agilidade.

BALDIN, André Luis. **Industrial Automation by Automatic Guided Vehicles (AGV)**. 2018. 32P. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação Engenharia de Automação. – Faculdade Anhanguera de Leme. Leme, 2018.

ABSTRACT

Companies are always looking for improvement and quality in order to improve their products, to be able to compete with their equal competitors and achieve the loyalty of the demanding customers. The agility in processes is one of the improvements sought through new technologies that put them in evidence in overcoming its competitors. Globalization has been the one that most collaborated with these changes in the market, agility, cost reduction, raising quality standards are important factors that cause companies to change to stay competitive in front of their competitors and stay alive in the productive market. The general objective of this work is to make a bibliographic study based on the literature, available on industrial automation and the use of AGV, showing the application and importance of the benefits that are found in a productive process to give more agility and improve productivity.

Keywords: Improvement. Quality. Industrial automation. Agility.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AGV - Veículos Guiados Automaticamente

CN - Comando Numérico

CNC - Comando Numérico Computadorizado

FMS - Sistemas Flexíveis de Manufatura

TRF - Troca Rápida de Ferramentas

STP - Sistema Toyota de Produção

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenvolvimento da automação.....	18
Figura 2 - Modelo de AGV's.....	26
Figura 3 - AGV automatizado.....	27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Graus de Automação.....	17
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. A HISTORIA DA AUTOMAÇÃO	14
2.1 A AUTOMAÇÃO E SUA CONTRIBUIÇÃO	14
3. TIPOS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	20
3.1 AUTOMAÇÃO FIXA	21
3.2 AUTOMAÇÃO FLEXÍVEL	22
4. SISTEMA DE VEÍCULOS GUIADOS AUTOMATICAMENTE (AGV's), SUA AGILIDADE E EFICIÊNCIA.....	25
4.1 APLICAÇÕES DO SISTEMA DE AGV'S.....	25
4.2 O USO DA TECNOLOGIA PELO AGV'S.....	26
4.3 OS BENEFÍCIOS DA APLICAÇÃO DO SISTEMA DE AGV.....	27
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

A automação surgiu, como um meio de melhorar a atuação das empresas no mercado, ajudando seus processos a se tornarem ágeis e eficientes, mudando a forma de como o operador executa seu serviço, com a finalidade de facilitar a produção, fazendo com que qualidade, custo, capacidade de produção, trouxessem resultados satisfatórios para as empresas na implementação desse tipo de automação. A busca por melhoria e qualidade em seus produtos em função de competitividade fez com que as empresas começassem a procurar novas formas de agilizar seus processos produtivos, buscando cada vez mais novidades tecnológicas que as colocassem em destaque perante seus clientes.

A globalização foi o que mais colaborou com essas mudanças no mercado, agilidade, redução de custos, elevação dos padrões de qualidade são fatores relevantes que fazem com que as empresas mudem para se manter competitivas frente a seus concorrentes e se mantenham vivas no mercado produtivo.

No Brasil a automação industrial começou a pouco tempo, com as indústrias automobilísticas passando a usar sistemas automatizados e máquinas robôs em seus processos produtivos, mas a indústria brasileira começou a se modernizar a partir de 1882, quando surgiu a ideia da formação de uma associação em prol da industrialização no país. Até essa época se vivia principalmente da agricultura, mas, a crise da lavoura em 1880, com a baixa nos preços das safras de açúcar e algodão e a baixa no preço do café, surgiu a ideia do movimento pela industrialização do país.

O problema da pesquisa visa responder a seguinte pergunta: A automação industrial com Veículos Guiados Automaticamente (AGV), proporciona maior flexibilidade e melhor eficiência nos serviços executados nas empresas?

Esse trabalho se justifica por trazer mais conhecimento e mostrar como automação nas empresas tornam os processos mais flexíveis e ajudam nas melhorias que podem ser feitas, assim a pesquisa sobre aplicação e benefícios da automação para as empresas, mostra um cenário industrial mis ágil e altamente competitivos,

O objetivo do trabalho é uma revisão de literatura para entender e compreender o funcionamento da automação nos Veículos Guiados Automaticamente (AGV). Os objetivos específicos são: apresentar os conceitos de automação industrial e sua aplicação; analisar quais os tipos de automação existentes; e verificar o uso e

aplicação de veículo AGV na automação industrial e quais os benefícios da automação para a empresa.

Os Veículos Guiados Automaticamente (AGV) são mais ágeis, economizam tempo e mão-de-obra, se movimentam com maior facilidade dentro do chão de fábrica no transporte de materiais e produtos dentro da produção e ainda conectando diversas máquinas e operações dentro de uma planta industrial, cuja função é poupar tempo, energia, melhorar o fluxo de produção, reduzir estoques, reduzir custos e aumentar a produtividade.

A metodologia para elaborar este trabalho acadêmico, foi por meio de uma revisão na literatura, buscando em obras pesquisadas de autores como: BLACK, (1998); FONSECA, (2002); GAITHER; FRAZIER, (2002); GROOVER, (2011); SCOPEL, (1995); HAMMOND, (1986); KIM; TANCHOCO, (1999); RAY, (2008) o entendimento e conhecimento sobre a teoria para compor o trabalho. Ainda foi levantado durante a pesquisa artigos científicos, dissertações e periódicos publicados em banco de dados Scielo, Google Acadêmico, para complementar a pesquisa do TCC, as palavras-chave usadas foram automação, veículos guiados automaticamente, automação industrial por Veículos Guiados Automaticamente (AGV). Foi estabelecido uma linha de pesquisa para os artigos nos últimos 10 anos, dessa forma feito essa delimitação, se iniciou o trabalho para descrever e explicar a realização de observações e interpretação baseada nas informações encontradas sendo assim pode-se dizer que o método de pesquisa é a forma mais eficaz de atingir a meta em uma pesquisa.

2. A HISTORIA DA AUTOMAÇÃO

A automação surgiu para ajudar as empresas a ser mais ágeis nos processos de produção melhorando a realização de serviços pelo operador, com a finalidade de facilitar a produção, fazendo com que qualidade, custo, capacidade de produção trouxessem resultados satisfatórios nas empresas.

2.1 A AUTOMAÇÃO E SUA CONTRIBUIÇÃO

Dentro da história propriamente dita, não se pode precisar uma data para fixar como sendo exata para o aparecimento da automação industrial. O que se sabe é que a automação apareceu nos movimentos após os processos de mecanização industrial, com a descoberta da força impulsionada pelo vapor de água, outra revolução nos meios industriais trouxe a renovação da indústria no século XVIII mudando o mundo a partir disso.

Essas inovações surgiram na Inglaterra, mais ou menos em 1760, com as primeiras máquinas movidas a energia do vapor. As primeiras indústrias a passar pela mecanização foram a tecelagens da época que passaram da manufatura para a produção em massa. Com a divulgação dessas novas invenções, novos processos de desenvolvimento apareceram substituindo o trabalho humano pelas máquinas, que tinham a capacidade de produção mais rápida do que os métodos antigos (SCOPEL, 1995).

Da era da mecanização, para automação de Onho (1998) e Shingo (1996), com a criação do sistema Toyota de Produção e a Troca Rápida de Ferramentas um grande passo dado pelo homem, que manipulam ferramentas que antes eram operadas por mãos humanas substituindo a energia humana pela energia elétrica ou gerada por outras fontes.

As grandes dificuldades desse período se devem ao fato dos operários terem que confiar nas máquinas, pois cada um tinha que colocar toda atenção na sua operação, sendo responsável durante o processo produtivo pela qualidade das peças produzidas, usando de sua subjetividade para definir o julgamento se o processo de operação estava condizente com a especificação da operação.

Shingo (1996) aborda a mecanização como apenas um componente dentro da Troca Rápida de Ferramentas (TRF) como uma forma de reduzir o tempo de “setup” das máquinas. A automação, um dos pilares do Sistema Toyota de Produção (STP)

começou com Toyoda Sakiichi em 1926 desenvolvendo na Toyoda Têxtil um dispositivo que quando colocado no tear este parava automaticamente o processo sempre que um fio do tear se rompesse ou finalizasse o fio da trama.

Com essa inovação o operador podia supervisionar diversas máquinas ao mesmo tempo durante o processo produtivo. Desfazendo o conceito lógico de Taylor de “um homem/um posto/uma tarefa”, (GHINATO, 1996).

Foi observando esses princípios e a produção em massa que Taiichi Ohno desenvolveu o STP, formalizando o termo autonomia como “a automação com toque humano” é um termo formalizado pelo engenheiro da Toyota Taiichi Ohno. O termo autonomia é definido por Shingo (1996) como pré-automação, ou seja, um início para que a automação chegasse a ser feita, pois nessa época a Toyota foi pioneira em mudar os conceitos de produção industrial, uma vez que somente a correção do problema é deixada a cargo do operador. Segundo o autor a autonomia é o estágio que precede à automação total, que pode ser discutida em muitos aspectos conforme sugerido por Shingo (1996), automação do processamento (operações manuais) e de controle (operações mentais).

O conceito de autonomia, explicado dentro do contexto histórico por Ohno e Shingo é reconhecida dentro do Sistema Toyota de Produção (STP), como a ideia principal de cada operador ter condição de trabalhar em várias máquinas ao mesmo tempo, sendo que o processo pode ser interrompido a qualquer momento após a detecção de uma anomalia ou da finalização de um processo.

A automação pode também ser definida como um desenvolvimento depois da mecanização, de forma que os processos operacionais em fábricas são controlados e executados por meio de dispositivos mecânicos ou eletrônicos, substituindo o trabalho humano (HOUAISS, 2004).

Black (1998, p. 233) define automação como técnica para passar um processo ou sistema automático e refere-se tanto a serviços executados como a produtos fabricados automaticamente e às tarefas de intercâmbio de informações. A partir de 1945, muitas novidades surgiram no mundo para contribuir de forma significativa com a tecnologia da automação, Del Harder, usou a palavra automação por volta de 1946, ao se referir aos dispositivos automáticos que a Ford Motor Company havia desenvolvido para suas linhas de produção. (GROOVER, 2001)

“O método empregado por Henry Ford, na indústria automobilística, que se originou das linhas de produção e permitia maior rapidez nas montagens de automóveis. Em 1909 produziam-se 2000 carros por mês nas linhas de montagem.” (SILVEIRA E SANTOS, 2012, p. 7).

A partir dos anos 50 com o aparecimento da microeletrônica e a informática se destacando, os processos de mecanização passaram a receber novos valores, agregados a eles melhorando os processos produtivos em mecanizados e posteriormente depois das novas tecnologias em processos automatizados.

Groover (2001) define automação como uma tecnologia que se aplica a mecânica, eletrônica e sistemas baseados em computadores para operar e controlar uma produção.

Black (1998, p. 233) cita que os “níveis de automação podem ser separados de acordo com seu grau de atributos realizados pela máquina, conforme, ou seja, quanto mais tarefas humanas realizadas pelas máquinas, maior é o seu grau de automatismo”.

No século XVIII Em plena era industrial houve interesse pela automação em processos industriais, a partir da revolução industrial as máquinas simples começaram a fazer serviços pesados e substituir a força humana, dando início a substituição da força humana pela força mecânica, em vários setores das indústrias, iniciando a evolução industrial.

Melhorar nas decisões, com objetivo de aumentar a produtividade da indústria, realizar tarefas mais precisas dentro do processo produtivo, buscar melhorias no processo para dar mais qualidade aos produtos, levaram os processos produtivos ao desenvolvimento e a evolução da automação dentro do ambiente industrial.

“Quanto mais atributos humanos são realizados pela máquina, maior é seu grau de automatismo”. Automatismo então é definido como a capacidade de auto atuação do dispositivo. Nesta classificação observa-se que 10 níveis são suficientes para descrever todas as máquinas existentes hoje e todas as que serão inventadas no futuro. (BLACK, 1998, p. 233)

Segundo o autor essa classificação mostra como são os atributos das máquinas e ferramentas de acordo com os graus de automação, apresentando uma tabela com as explicações. O quadro 1 apresenta uma definição dos graus de automação segundo Black, (1998).

Quadro 1 - Graus de Automação

Graus de automação	Atributo humano substituído	Exemplos
A(0)	Nenhum: alavanca, chave de fenda, roldana, cunha	Ferramentas manuais, máquinas manuais
A(1)	Energia: músculos substituídos	Máquina e ferramentas energizadas, máquina de Whitney
A(2)	Destreza: auto alimentação	Máquinas automáticas ciclo único
A(3)	Diligência: sem realimentação	Repetição de ciclos; controle de máquinas por laço aberto; aparafusadeira automática; linha transfer
A(4)	Julgamento: realimentação posicional	Laço fechado: controle numérico; automedição; e auto ajuste
A(5)	Avaliação: controle adaptativo, análise dedutiva; Realimentação do processo	Controle computadorizado; modelo de processo necessário para análise e otimização
A(6)	Aprendizado: pela experiência	Sistemas especialistas em autoprogramação limitada
A(7)	Raciocínio: apresentam intuição; Relaciona causas e efeito	Raciocínio Indutivo; Inteligência Artificial
A(8)	Criatividade: realiza projetos sem auxílio	Originalidade
A(9)	Dominância: supermáquinas comanda outras	A máquina é o mestre (HAL de “2001, odisseia no espaço”)

Fonte: Black (1998, p. 234)

A evolução tecnológica está ligada de forma direta a evolução da automação, através dos mais diversos dispositivos como sensores, condutores, CLP – Comandos Lógicos Programáveis, computadores, contadores, etc., que evoluíram ao longo dos anos, fazendo com que a automação e a tecnologia evoluíssem também mais rapidamente.

Conforme Black (1998) a automação traz muitos benefícios, aos sistemas produtivos de manufatura, sendo que a empresa precisa passar por uma reestruturação para que possa atingir o pico de eficiência para se obter retorno sobre o investimento em equipamentos que são caros e sofisticados e precisam ter funcionários capacitados nas operações.

Seguindo um pouco mais adiante Black (1998) coloca que as melhorias na eficiência dos processos terão forte impacto nos lucros quando o sistema está no ponto de pico da eficiência. Dentro da filosofia do JIT, automação não significa comprar máquinas supermáquina (máquinas capazes de produzir milhares de peças a cada dia) e sim otimizar o uso de equipamentos existentes e melhorar sua eficiência através da manutenção preventiva.

Segundo Gaither e Frazier (2008), os autores definem um otimismo relacionado ao uso da tecnologia em operações e serviços, dentro de uma empresa em função da automação ajudar empresas na competitividade dentro do mundo empresarial.

Fazer uso da tecnologia avançada ou high-tech significa aplicar as mais recentes descobertas científicas ou da engenharia ao projeto de processos de produção. Nova tecnologia pode significar uma ampla variedade de avanços tecnológicos ou da engenharia. Adicionalmente, a nova tecnologia de produção quase sempre significa que uma tecnologia de informação e automação foi integrada aos processos produtivos para fins estratégicos, (GAITHER; FRAZIER, 2008, p. 143).

Os autores ainda comentam que no passado a automação significava substituir o esforço humano pelo esforço das máquinas, mas com os avanços da tecnologia há muito esse conceito é ultrapassado, pois o termo automação significa integrar uma ampla variedade de avançadas descobertas de informação e engenharia nos processos produtivos para fins estratégicos, na Figura 1 pode-se ver a evolução e desenvolvimento da automação industrial.

Figura 1 - Desenvolvimento da automação



Fonte: WORDPRESS, (2015).

Dessa forma em toda história da evolução industrial desde o começo quando as primeiras máquinas foram utilizadas, tem-se buscado pelo desenvolvimento de máquinas e sistemas inteligentes que tenham a capacidade de suprir o aumento da produção industrial, dando mais precisão e qualidade ao processo industrial, Em toda evolução tecnológica vê-se a necessidade de busca junto com a automação da valorização do trabalho humano, sendo assim isso requer também procurar mais conhecimento por parte do homem para aprender a lidar com essa tecnologia e não ser substituído por ela.

3. TIPOS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Para Slack et. al. (2006) automação industrial é tudo o que se relaciona a tecnologia voltada a melhoria de equipamentos ou sistemas produtivos, cujo objetivo é aumentar a eficiência e eficácia da empresa, quando aplicado dentro das empresas a automação nos leva as máquinas de grande ou pequeno porte automatizadas, mais ágeis e eficientes em seus processos produtivos. São exemplo de processos tecnológicos, máquinas de fax, telefone móveis, ordenhadeiras mecânicas, retroprojetores, aviões, scanners de reconhecimento de caracteres ópticos, máquinas-ferramentas e muitas outras.

Uma máquina quando automatizada, diminui o cansaço entre os trabalhadores nos serviços manuais e garante que os produtos fabricados, tenham mais precisão e qualidade. Assim sendo, a automação industrial dá ao homem o planejamento em tarefas que antes exigiam raciocínio lógico, como em funções de controle e correção de erros no decorrer dos processos produtivos, disponibilizando melhor condição de segurança, assim como a maximização da produção com menor custo. Pode-se classificar a automação industrial em três categorias de flexibilidade; automação fixa, automação programável e automação flexível, (SLACK et. al. 2006).

O enorme crescimento no campo industrial, trouxe uma grande quantidade de máquinas automatizadas com diversos recursos. Esses tipos de automação são especialmente dignos de nota: anexos de máquina, máquina de controle numérico, robôs, inspeção automatizada do controle de qualidade, sistemas automáticos de identificação e controle automatizados de processo. (GAITHER; FRAZIER, 2008 p. 145).

Segundo Black, (1998) a automação de sistemas produtivos é fazer a conversão gradativa de células manuais em células mecanizadas. Esse processo evolui devagar sedo que a automação é usada na solução de problemas como preparação de setup, carregamento de peças, qualidade (inspeção) ou capacidade (eliminando o gargalo). Para se automatizar todo processo produtivo não é uma tarefa fácil, sem antes de tudo ser feito um reprojeto de modo a transformar a manufatura manual em um processo eficiente.

A automação evoluiu a medida que a tecnologia se tornou mais sofisticada, sendo que o foco deixou de ser as máquinas individuais e passou a ter um conceito

mais amplo. Em tempos atuais já é possível ver sistemas inteiros com máquinas automatizadas interligadas com objetivos de abranger mais propósitos. O autor também concorda sobre a existência de diversas categorias entre elas linhas automatizadas de fluxo, sistemas automatizados de montagem, sistemas flexíveis de manufatura e sistemas automatizados de armazenamento e recuperação, (GAITHER; FRAZIER, 2008).

3.1 AUTOMAÇÃO FIXA

Gaither e Frazier, (2008) definem que linha automatizada de fluxo é também chamada de automação fixa ou dedicada, significa que as linhas de fluxo são projetadas para produzir um tipo específico de componente ou produto. Tendo em vista seu elevado investimento inicial e a dificuldade de modificação para outros produtos, esses sistemas são usados quando a demanda é elevada, estável e se estende bastante no futuro. Visto dessa forma a linha de produção, se baseia especificamente em um projeto de fabricação de um produto específico. Com características de: altos investimentos; altas taxas de Produção; configuração rígida; operações simples.

“Os sistemas automatizados controlados por máquinas automatizadas ligadas a equipamentos automatizados de manipulação de materiais, que são controlados por algum tipo de um robô que executa o serviço e repassa para próxima etapa até o final da montagem”, (GAITHER; FRAZIER, 2008 p. 148).

Para que um sistema automatizado de montagem seja bem sucedido, são necessárias grandes modificações de projeto de produtos, o projeto que é corretamente feito por mãos humanas, não pode ser aplicado diretamente a um sistema automatizado de montagem, porque robôs não podem reproduzir capacidades humanas. (GAITHER; FRAZIER, 2008 p. 148)

É baseada em um equipamento com capacidade de fabricar uma variedade de produtos com características diferentes. Contudo, se diferencia das outras por apresentar: altos investimentos; taxas médias de produção; configuração semi flexível (possibilidade de reprogramação).

Para Gaither; Frazier, (2008) os sistemas automatizados de montagem oferecem custo baixo de produção por unidade, melhoria da qualidade e maior

flexibilidade de produto. Como as máquinas normalmente são robôs disponíveis em vários fornecedores, o investimento inicial não é tão alto como pode se imaginar. Além do que esses robôs podem ser reprogramados para produção de outros produtos reduzindo a necessidade da demanda ser estável e seja estendida muito a frente.

3.2 AUTOMAÇÃO FLEXÍVEL

Gaither; Frazier, (2008) definem automação flexível como uma sequência organizada por grupos de máquinas de produção, ligadas por máquinas automatizadas de manuseio de materiais e transferência, e integrados por um sistema de computador.

Sendo que um código é introduzido no sistema de computador, identificando o produto a ser produzido e a localização da sequência, onde após serem feitos passam para a máquina seguinte até o final da produção. As máquinas são configuradas recebendo a informação do computador, carrega e descarrega ferramentas automaticamente até a conclusão do trabalho, não havendo a necessidade de operários para realizar a operações. É baseada em um equipamento capaz de ser programado para produzir uma variedade de produtos com algumas características ou configurações diferentes, (GAITHER; FRAZIER, 2008). Apresentam as características do sistema como: investimento elevado; produção contínua; configuração flexível.

Segundo Slack, et. al. (2006) os sistemas flexíveis de manufatura (FMS) juntam todas as tecnologias disponíveis ao mesmo tempo, definindo como [...] “uma única configuração controlada por computador de estações de trabalho semi-independentes, conectadas por manuseio de materiais e carregamento de máquinas automatizadas”. Seguindo a ideia do autor, vê-se aí uma definição das ideias que são partes de um sistema flexível. Slack et. al. ainda completa:

- a) Estações de trabalho” CN sejam máquinas ferramentas ou centros de trabalho mais sofisticados automatizados, que desempenham operações ‘mecânicas”
- b) Instalações de carga/descarga frequentemente robôs, que movem peças para estações de trabalho.

- c) Instalações de transporte/manuseio de matérias que movem peças entre as estações de trabalho (podem ser AGV ou esteiras ou ainda trilhos transportadores ou se a distância for pequenos robôs).
- d) Um sistema de controle central de computadores que controla e coordena as atividades do sistema (estações de trabalho, AGV e robôs) e também o planejamento e sequenciamento das peças através do sistema.

Um FMS é mais que uma tecnologia, ele tem tecnologias integradas em um sistema com potencial de ser melhor, um FMS é um micro operação, autocontida, que é capaz de manufaturar um componente do início ao fim, além do que as tecnologias individuais combinadas fazem de um FMS, (pelo menos em teoria) uma tecnologia de manufatura supremamente versátil, (SLACK et. al. 1997, p. 258).

Para Martins e Laugeni (2005), explicam que os sistemas flexíveis de manufatura são benéficos para as empresas, e para a sociedade já é um tema em evidencia e bem discutido, os autores conceituam que a automação já vem a muito tempo inovando com a substituição da mão-de-obra por máquinas, e é vista como uma abordagem estratégica de produção, visando integrar novas tecnologias em processos produtivos trazendo benefícios econômicos e sociais.

O domínio dessa nova tecnologia trará vantagens competitivas para que adotá-las, pois é cada vez maior o nível de exigência dos consumidores quanto a qualidade, preços e flexibilidade dos produtos. (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 489).

Vê-se dessa forma que é importante o uso e implantação da automação com sistemas flexíveis, pois os autores falam sobre as vantagens encontradas na implantação. Mas é sempre bom lembrar que a empresa que pretende adotar esse tipo de automação deve efetuar estudos sobre a viabilidade de sua implantação e levar em conta alguns aspectos como experiência anterior na utilização em sistemas, fatores econômicos externos, qualidade do produto e na participação de mercado, investimento a ser feito, tempo de implantação, treinamento de operadores e o envolvimento e interesse da alta administração.

A maior vantagem dos FMS é a flexibilidade no produto, ou seja, a habilidade de introduzir mudanças nos projetos dos produtos. Em uma pesquisa feita com 31 empresas pelo professor *John Bessant* da Universidade de Brighton, e relatadas por

Slack et. al. (2006), foram identificados os seguintes benefícios com as tecnologias FMS:

- a) Redução de lead time e do tempo de travessia;
- b) Economia de estoque;
- c) Utilização aumentada
- d) Redução de tempo de preparação;
- e) Número de máquinas ou operações reduzidas;
- f) Aumento da qualidade dos produtos;
- g) Economia de espaço;
- h) Dependência de subcontratados reduzidas;
- i) Economia na mão-de-obra;
- j) Prontidão na resposta aos consumidores aumentada (rapidez e qualidade;
- k) Ciclos de inovação da produção mais rápidos;
- l) Capacidade melhorada de fazer protótipos.

Um sistema flexível de manufatura é formado por considerado com uso de máquinas CN ou CNC, veículos AGV's, equipamentos automatizados ou robotizados (robôs) e computadores usados para controlar o sistema.

Dentro do conceito de versatilidade e tecnologia avançada com objetivo de agregar valores ao produto produzido, temos dentro do sistema de automatizados flexíveis, o transporte materiais e dentro da produção feito pelos carrinhos AGV's, que é o foco do estudo bibliográfico feito na literatura pesquisada para elaboração deste trabalho e será mais detalhado no capítulo ter a seguir.

4. SISTEMA DE VEÍCULOS GUIADOS AUTOMATICAMENTE (AGV's), SUA AGILIDADE E EFICIÊNCIA

Segundo Slack et. al. (2006) define os veículos guiados automaticamente como veículos autônomos que movem materiais em operações que agregam valores, a empresa, são guiados por cabos enterrados no chão da fábrica e recebem instrução de um computador central. Existem variações desse arranjo que tem seus próprios computadores ou sistemas de guia a bordo. Já em Martins e Laugeni (2005) integram o sistema de automação flexível dando agilidade ao transporte de materiais e produtos dentro das células de manufatura, automatizando o transporte guiado por computador.

Mesmo que não seja muito conhecida, ela já tem ampla divulgação dentro das empresas, seu início vem da década de 50, possui um custo elevado e é usada em grandes empresas com volume de produção grande, para justificar seu investimento e obter retorno.

De início esse tipo de automação foi desenvolvido para o transporte de cargas pesadas por longas distancias entre empresa e os armazéns melhorando e automatizando o movimento dentro do processo produtivo, fazendo com que não se perdesse tanto tempo com movimentações de matérias prima que não agrega valor ao produto.

4.1 APLICAÇÕES DO SISTEMA DE AGV'S

Dentro das atividades de manufatura a aplicação dos AGV's, facilita a movimentação, agilizando o processo produtivo então procura-se aplicar essa tecnologia em atividades que não agregam valores, como o caso da movimentação de materiais entre as etapas de produção. (SLACK et. al. 2006)

O AGV é usado nas estações de trabalho, dando mais agilidade e rapidez nas movimentações do processo e reduzindo esforços de movimentação de produtos por operadores, na Figura 2 modelos de AGVs.

“o AGV também pode ser usado como estações de trabalho móveis em substituição aos tradicionais sistemas de esteiras transportadora por exemplo, por moverem-se com agilidade entre o processo produtivo.” (SLACK et. al, 2006, p. 257)

Figura 2 - Modelo de AGV's



Fonte: AGV (2013)

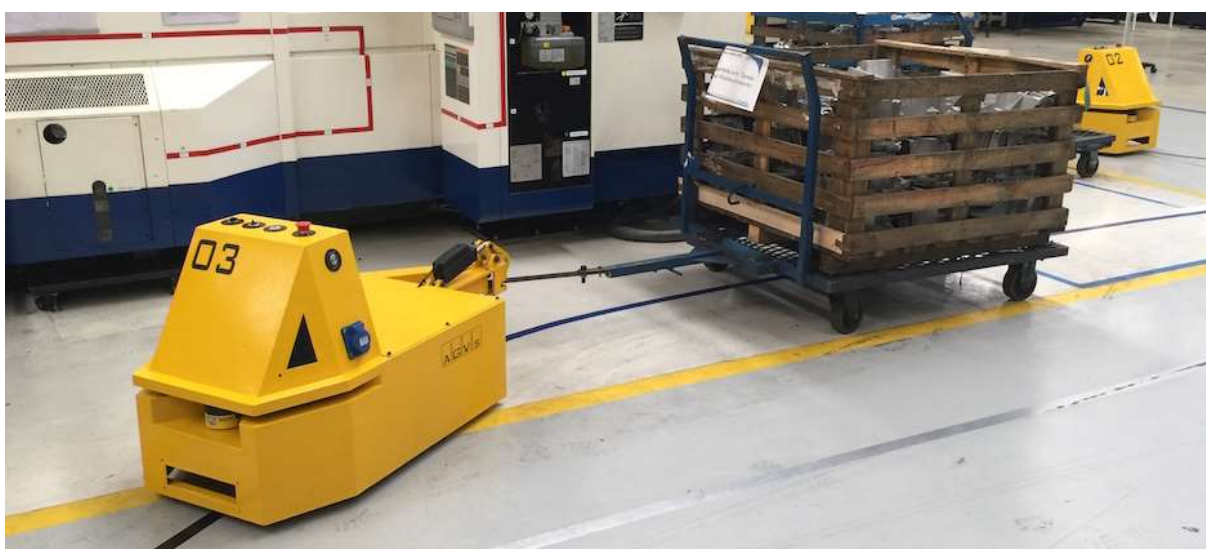
O AGV pode ser usado para a etapa de armazenamento dos produtos, levando-os da produção para os armazéns, onde são estocados automaticamente, dando agilidade em grandes estoques quando os produtos são distribuídos uma vez que o sistema que vai retirar o produto do estoque. Podendo ser usado para abastecer as linhas de produção e máquinas, transportando peças e materiais do almoxarifado até o ponto específico de consumo, ligando máquinas poupando tempo, energia e espaço. Usando sistemas guiados por meio de programas computadorizados e executando diversas atividades de movimentações no chão de fábrica no transporte de materiais, ainda podem ser usados em outros setores como escritórios e hospitais sendo adaptados para realizarem tarefas específicas de movimentação. (SLACK, et. al. 2006)

4.2 O USO DA TECNOLOGIA PELO AGV'S

O AGV é guiado pelo chão da fábrica por um percurso previamente estabelecido, estudado e desenvolvido na sua implantação e totalmente automatizado, de acordo com a segurança do percurso e as operações que serão realizadas. São três as principais tecnologias que podem ser utilizadas para definir e controlar o percurso pelo qual seguirá o AGV. Conforme explica Groover (2011), o AGV é conduzido por condutores embutidos, fios elétricos que são colocados em um pequeno canal cortado na superfície do piso emitem um sinal eletromagnético para os

veículos serem movidos, coberto por uma faixa pintada no solo. Ou através de um sistema de sensor óptico é capaz de rastrear a pintura do solo e seguir o percurso ou veículos que utilizam uma combinação de orientação por cálculos com a capacidade de seguir uma determinada rota na ausência de um percurso definido no piso veículo utiliza a triangulação para calcular as localizações, na figura 3 modelos de AGV controlado por sistema computadorizado automatizado.

Figura 3 – AGV automatizado



Fonte: IMAM (2013).

Se movimentando automaticamente sem a presença do operador, dessa forma é preciso que se estabeleçam algumas medidas de segurança a fim de se evitar acidentes com operadores e que os materiais sejam danificados. O deslocamento do AGV deve ser mais lento do que a velocidade de caminhar de um trabalhador ou o circuito de percurso deve ser isolado para o transito de pessoas nos casos de perda de controle ou desvio de trajeto é preciso que ele esteja programado nos sistemas parados automáticos e corte de energia para evitar problemas. Também é preciso que o veicule esteja equipado com sensores que detectam movimentos, caso algum objeto ou pessoa atravessar a frente do veículo em movimento, (GROVER, 2011)

Esses tipos de sistemas AGV's possuem luzes de sinalização e sons para indicar seus movimentos ou paradas, assim sendo quanto maior o grau de automação no processo produtivo e o tanto de contato com os operadores, medidas de segurança devem ser aplicadas e desenvolvidas garantindo assim a segurança.

4.3 OS BENEFÍCIOS DA APLICAÇÃO DO SISTEMA DE AGV

Existem algumas vantagens com a implantação de um sistema de AGV (veículos guiados automaticamente), que são importantes para as empresas e trazem resultados positivos ao seu processo produtivo. Se comparar o sistema de AGV com os tradicionais de transporte, já dá para ver uma redução de custo logo de início, o padrão de implantação é mais confiável, para atingir resultados satisfatórios.

“Os benefícios desse sistema incluem a movimentação mais rápida de materiais e inventários, espaço de armazenagem menor, redução de danos ao produto e maior produtividade da mão de obra.” (CHASE, 2011, p. 681).

Em matéria publicada na revista log web, encontram-se citadas algumas vantagens sobre o uso do AGV, e que eles podem substituir qualquer tipo de rebocador ou empilhadeira guiada por um operador e utilizados no chão de fábrica para transporte horizontal de materiais e equipamentos; outra grande vantagem destes equipamentos é o fato de não necessitar de um operador, os AGV mais sofisticados possuem um sistema supervisor com comunicação por rádio frequência, sendo monitorados em todo seu trajeto na tela de um microcomputador. Outro tipo de vantagem encontrado no AGV é quanto a vantagem em relação a outros equipamentos de movimentação pois eles podem manter um nível de serviço muito constante e com grande cadência, já que trafegam em velocidade constante e não fazem paradas que não estejam programadas e nem desvios de rota, como as empilhadeiras ou rebocadores guiados por um operador. (CAPELLI, 2008)

As vantagens oferecidas pelos AGVs, nas linhas de montagem que usam embutidas no piso ou sustentadas no ar (*powerand free*): “podem facilmente ser substituídas, pois os custos de infraestrutura e instalação, que são enormes nestas soluções, compensam o custo dos carros AGV. Desta forma, a solução fica muito mais clean e com manutenção simples e barata”, afirma. (CAPELLI, 2008)

“Não existe riqueza sem produção. Somente através de sistemas produtivos eficientes e ágeis é que se consegue melhorar a competitividade da empresa e aumentar de comprar e aquecer a economia.” (CAPELLI, 2008, p. 11).

A tecnologia automatizada aliada a produtividade dentro da empresa também é um fator de importância, pois o que se vê na atualidade é que cada vez mais empresas buscam formas de melhorar seus processos produtivos, como forma de manter a competitividade e a satisfação do cliente, por isso investir em tecnologia pode ajudar sua atuação dentro do mercado e estarem sempre à frente dos seus concorrentes.

Para Slack et. al. (2006) sistema flexível automatizado é mais do que uma tecnologia, são tecnologias integradas em um único sistema, que tem potencial para ser o melhor, sendo capaz de manufaturar um componente do início ao fim, além do que as flexibilidades de cada tecnologia são combinadas para fazer do FMS muito mais eficiente. O autor ainda define que a flexibilidade é a maior vantagem do FMS.

São veículos de fácil movimentação de materiais e produtos dentro de um processo produtivo, unindo operações e máquinas e operações dentro de uma planta industrial, com objetivo de reduzir tempo, energia, melhorar o fluxo de produção, reduzir estoques, reduzir custos e aumentar a produtividade (Slack et al. 2006).

Com o uso dos AGV's a empresa economiza com mão-de-obra e evita acidentes com operadores e que materiais sejam danificados, pois o sistema oferece segurança no percurso e nas operações. Essas mudanças tecnológicas trazem muitos benefícios e auxiliam a competitividade da empresa, que é um diferencial nos dias de hoje para se manter na disputa de mercado e poder atender aos clientes que são cada vez mais exigentes. Por serem equipamentos itinerantes autônomos sua movimentação é feita por meio de sistema de *software* específico, usando uma tecnologia altamente flexível, operando em com segurança em ambientes com muitas pessoas e onde a origem e o destino das movimentações são variáveis. Esse equipamento é movido a bateria e tem um custo de manutenção similar ao das empilhadeiras, (INSTITUTO IMAM, 2018)

Conforme explica em seu artigo Santos, (2013) Os AGVs, são mais flexíveis podendo ser instalados nas fábricas com poucas ou nenhuma modificação na estrutura do *shop floor*, sua adaptação é rápida mais fácil realizar as mudanças do ambiente de operação e sequência do transporte dos materiais, são veículos customizados, facilitando a adaptação destes às funções particulares de uma determinada fábrica, sua eficiência se deve aos recursos utilizado e aos sistemas que permitem que as operações fiquem mais eficientes, dessa forma dependendo da tecnologia envolvida no desenvolvimento do AGV, podem ser monitorados e

controlados possibilitando sua *performance* em relação a localizar onde estão os produtos a qualquer hora e, em caso de necessidade de recolher produtos para a manufatura ou para entregas, o sistema nunca se perde. Em casos onde não exista uma localização do AGV, o mesmo se locomove sobre uma rota fixa permitindo saber onde se encontra com alguma facilidade; reduzem os custos operacionais, em função de trabalhar sem interrupções durante todo o dia com pouca ou nenhuma supervisão.

Em relação aos sistemas de segurança é mais seguro e garante a integridade do AGV e ambiente (pessoas, produtos que transportam e máquinas), possuindo dispositivos de segurança como sensores que detectam objetos no campo de alcance e calculam a distância até eles evitando as colisões, nesses casos ele reduz a velocidade até parar para prevenir colisões, possuem ainda para-choques que podem ser acionados garantindo que o veículo pare se o sensor obstáculos não ter atuado, possuem ainda sinal de áudio / visual para sinalização, como sinais de luzes piscando ou alertas sonoros que avisam aos trabalhadores da sua presença, (SANTOS, 2013)

Segundo o Instituto Imam (2013) além dos AGV guiados e que são usados para serviços de transporte de materiais na empresa, já começa a chegar no mercado os AGV para carregamento automático de caminhões, substituindo a atuais empilhadeiras, esses veículos podem trabalhar em qualquer local, tendo sido projetado para carregar materiais ou cargas se movimentando com segurança, mesmo que os tradicionais sejam usados em longas distâncias, veículos de transferência de classificação percorrem trilhos para depositar as cargas entre as áreas de trabalho em velocidade de até 180 m/min. Por último, existe uma nova classe de veículos para serviços leves projetados para cargas menores, às vezes chamados de carrinhos automaticamente guiados. Na indústria, os carrinhos são usados para reabastecer peças na linha de montagem ou movimentar chassis entre postos de trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Usar a tecnologia como forma de melhoria em armazenagem e distribuição pode reduzir tempo de resposta, aumentando a eficiência de uso do espaço físico e a movimentação de materiais, tendo como resultado um aumento de competitividade. Dessa forma o uso de os sistemas flexíveis de manufatura (FMS) trazem toda tecnologia disponível em conjunto para modificar, agilizar e deixar a produção mais flexível.

A pesquisa sobre esse tipo de sistema flexível, pode mostrar o uso de uma tecnologia aliada a automação que muito contribui para facilitar os serviços em empresas. Assim o uso do AGV traz algumas vantagens em sua implantação ao serem comparados com os tradicionais de transporte, já dá para ver uma redução de custo logo de início, o padrão de implantação é mais confiável, para atingir resultados satisfatórios.

Com o uso dos AGV's a empresa economiza com mão-de-obra e evita acidentes com operadores e que materiais sejam danificados, pois o sistema oferece segurança no percurso e nas operações.

Essas mudanças tecnológicas trazem muitos benefícios e auxiliam a competitividade da empresa, que é um diferencial nos dias de hoje para se manter na disputa de mercado e poder atender aos clientes que são cada vez mais exigentes.

REFERÊNCIAS

AGV Moving Forward. Veículos AGVs. Disponível em: <<http://www.agvs.com.br/aplicacoes.html>>. Acesso em: 20 out. 2018.

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

GAITHER, N.; Frazier, G.; administração da produção; Tradução de José Carlos Barbosa dos Santos; revisão Petrônio Garcia; Martins; 8 ed. São Paulo. Pioneira Thomson Learning. 2002.

GROOVER, M. P. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. São Paulo. Ed. Pearson Prentice Hall. 2011.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção** – mais do que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul. Educ. 1996.

IMAM, Instituto Imam. **Fundamentos sobre veículos automaticamente guiados (AGV)**. 2013. Disponível em: <<https://www.imam.com.br/consultoria/artigo/pdf/fundamentos-veiculos-automaticamente-guiados.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre. Bookman. 1997.

REVISTA LOGWEB. **Uso dos AGV's avança na movimentação industrial**. Revista Logweb. Edição n.º 78. Agosto de 2011.

REVISTA LOGWEB. **Logística e otimização em AGV's**. 2011. Disponível em: <<https://www.imam.com.br/logistica/noticias/tecnologia-da-informacao/187-automacao-pag-40>>. Acesso em: 20 out. 2018.

SANTOS, Eduardo António da Silva. **Logística baseada em AGVs**. 2013. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/68049>>. Acesso em; 20 out. 2018.

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

SCOPEL, L. M. M. **Automação industrial**: uma abordagem técnica e econômica. Educ. 1995.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção** – Do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre. Bookman, 1996.