

Aplicação de veículo guiado automaticamente nas diversas áreas de produção da indústria: revisão sistemática da literatura

Elinílcia Ribeiro de Almeida (Universidade Federal do Amazonas) eliufam@bol.com.br

José Marcos da Mota Brito (Universidade Federal do Amazonas) jose.mbrito@gmail.com

Mayko Pinheiro da Silva (Universidade Federal do Amazonas) maykocontador@ufam.edu.br

Sandro Breval Santiago (Universidade Federal do Amazonas) sbreval@gmail.com

Armando Araújo de Souza Júnior (Universidade Federal do Amazonas) armando-jr07@bol.com.br

Resumo: Nos últimos anos com a abertura econômica de países, até então fechados, a necessidade de competitividade, o foco na eliminação de desperdícios e o advento da automação juntamente com o avanço da tecnologia, as engenharias e a ciência tem desempenhado um papel fundamental na inovação da produção. Esta necessidade de inovação torna oportuno o surgimento de novos métodos de produção, neste sentido destaca-se a aplicação do sistema de veículo guiado automaticamente (AGV), utilizado principalmente para transporte de materiais. Diante deste cenário este estudo teve como objetivo analisar a produção científica acerca da aplicação do AGV nas diversas áreas da produção industrial publicada em artigos nacionais e internacionais entre 2009 a 2019. Realizou-se uma revisão sistemática da literatura, com os artigos pesquisados nas bases de dados ScienceDirect, CAPES, DMPI e Aprepro, a partir dos descritores: Veículo Guiado Automaticamente - AGV, automatic guided vehicle AGV, Aplicação do AGV e Utilização do AGV em linha de produção. Amostra constituiu-se de 12 artigos. As publicações analisadas descrevem a aplicação do AGV nas diversas áreas da indústria e esse método pode ser adaptado de acordo com layout da empresa, visando uma melhor movimentação das cargas no interior do ambiente, assim reduzindo os custos e tendo um aumento da eficiência e segurança das atividades. As publicações chamam atenção ainda para o investimento e implantação da automação na indústria, visando à indústria 4.0 almejando a competitividade no mercado.

Palavras chave: AGV, Automação, Movimentação, Logística.

Automated guided vehicle application in the various production areas of the industry: systematic literature review.

Abstract: In recent years with the economic opening of hitherto closed countries, the need for competitiveness, the focus on waste disposal and the advent of automation coupled with the advancement of technology, engineering and science have played a key role in the innovation of technology. production. This need for innovation makes the emergence of new production methods appropriate, in this sense the application of the automatic guided vehicle (AGV) system, mainly used for material transportation, stands out. Given this scenario, this study aimed to analyze the scientific production about the application of AGV in the various areas of industrial production published in national and international articles from 2009 to 2019. A systematic literature review was performed, with the articles searched in the ScienceDirect, CAPES, DMPI and Comprepro databases, using the keywords: Automatic Guided Vehicle - AGV, Application of AGV and Use of Online AGV of production. Sample consists of 12 articles. The analyzed publications describe the application of AGV in various areas of industry and this method can be adapted and according to company layout, aiming at a better movement of loads inside the environment, thus reducing costs and having an increase of efficiency and safety. activities. The publications also draw attention to the investment and implementation of automation in the industry, aiming at industry 4.0 aiming at market competitiveness.

Key-words: AGV, Automation, Handling, Logistics.

1. Introdução

O surgimento de novas tecnologias tem proporcionado e dado origem a novas ferramentas que viabilizam e otimizam o processo de produção e gestão.

Com o advento da automação os avanços das tecnologias, engenharias e ciências tem desempenhado um papel fundamental na utilização da inovação na produção, impactando na produtividade e impulsionando a competitividade, o que contribui para o surgimento de novos métodos de automação nas indústrias. Neste sentido destaca-se a aplicação do sistema do veículo guiado automaticamente (AGV) utilizado principalmente no transporte de materiais.

Conforme Haderspeck (2013) e Pesquisa & Mercado (2019) há uma tendência geral na indústria de armazenagem em usar apenas mão de obra para operações que agreguem valor ao produto, ou seja, a movimentação de materiais não agrega valor, portanto, a incorporação de AGVs para movimentação de materiais permite que as empresas reimplentem essa mão de obra para outras operações que agreguem valor ao produto.

As empresas buscam otimizar seus processos através da automação, substituindo o homem na execução de atividade produtiva para meios eletrônicos ou mecânicos e juntamente com a tecnologia (SANTOS et al., 2017). O surgimento do AGV foi para substituição de um piloto de transporte industrial por um software capaz de seguir rota e realizar a carga e descarga de materiais sem a necessidade de integração humana direta, oferecendo segurança e velocidade em operações contínuas programadas.

Nesse contexto, a aplicação do Sistema AGV em ambiente fabril, trazem inúmeros benefícios e podem ser projetados para diversas áreas de aplicação de acordo com a necessidade de cada indústria ou processos produtivos, pois o sistema AGV é um avançado sistema de manuseio de materiais amplamente utilizado em vários sistemas automatizados.

Este estudo teve como objetivo analisar a partir de produção científica acerca da aplicação do AGV nas diversas áreas de produção industrial publicada em artigos nacionais e internacionais entre 2009 a 2019.

Este artigo está organizado nas sessões: 1. apresenta a introdução; 2. expõe a revisão da literatura, destacando quatro subseções: 2.1. Automação Industrial, 2.2. Veículo Guiado Automaticamente (AGV), 2.3. aplicação do AGV nas áreas da Indústria e 2.4. AGVs no mercado; 3. descreve os procedimentos metodológicos utilizados no trabalho; 4. mostra o resultado desta pesquisa em relação aos publicações encontradas sobre a temática e uma análise do mesmo; e 5 relata as conclusões.

2. Revisão da literatura

2.1. Automação industrial

Automação vem do latim *automatus*, que significa mover-se por si só (CAMPANA & OPLUSTIL, 2011). A ideia inicial da “criação” da palavra foi de que máquinas e equipamentos pudessem realizar os serviços braçais executados pelos seres humanos, sem a necessidade de interferência, ou seja, de forma autônoma.

A definição de automação baseia-se na ideia da utilização de potência elétrica ou mecânica para acrescentar os métodos inteligente, capazes de tornar o processo eficiente com qualidade e produtividade, com vantagem econômica e de segurança (SOUZA & ROYER, 2013; SANTOS et al., 2017).

Nesse sentido a automação de processo surge com uma ferramenta relevante para otimização das atividades realizada na empresa para mantê-la competitiva no mercado. De acordo com Ferrelli et al. (2017), a automação industrial é o uso de qualquer dispositivo mecânico ou eletrônico para controlar máquinas e processos, substituindo muitas vezes, tarefas humanas ou realizando outras que o ser humano não consegue executar.

A automação tem evoluído de forma significativa na indústria, substituindo o trabalho braçal e mental do homem por máquinas capazes de automatizar os processos fabris, tendo como resultado um processo produtivo mais enxuto, qualidade nos processos, redução no tempo e custos.

Atualmente a automação industrial está estreitamente ligada ao desenvolvimento da competitividade, ou seja, para as empresas serem competitivas no mercado globalizado utilizam a tecnologia com finalidades de otimização dos processos, desde o simples ao mais complexo (SOUZA & ROYER, 2013).

2.2 Veículo Guiado Automaticamente (AGV)

A tecnologia dos veículos autônomos vem dos anos 60, com a criação do robô SHAKY pelo Stanford Research Institute - SRI (PERRY, 2017), que foi considerado o primeiro robô móvel a utilizar técnicas de inteligência artificial, podendo realizar tarefas que exigiam planejamento, localização de rotas e reorganização de objetos simples. A partir desse marco até os dias atuais, houve muitos avanços e inovações tecnológicas entrando na era robótica.

A tecnologia tem alterado substancialmente os processos produtivos fabris, no sentido de permitir mais automação com evidente impacto na produtividade e na consistência de confiabilidade da produção (SLACK et al., 2006; SLACK et al., 2018; CORREA & CORREA, 2019), como é o caso dos robôs industriais que são utilizados para substituição de pessoas com atividade repetitiva e com um certo grau de periculosidade, e que são programados para realizar grande quantidade de tarefas, tais como: carregar e descarregar materiais, transportar peças, pintar equipamentos, entre outras.

Neste sentido, com a finalidade de melhorar a eficiência no transporte e movimentação de materiais entre centros produtivos surge o Veículo Guiado Automaticamente (AGV – *Automatic Guided Vehicle*). O AGV é um veículo que se move de forma autônoma, programada e controlada por um computador central, e são utilizados para transportar objetos de um lugar para outro, dirigidos por uma combinação de sistemas de orientação baseado em sensores, trilhos, rádio frequência, a laser e software (FERRELLI et al., 2015; FIRMANSYAH & ALFIANTO, 2018).

A utilização dos AGVs podem ser aplicados em todos os campos das indústrias, porém depende do encaixe ao layout da fábrica, ou seja, de acordo com o lugar onde será aplicado. Os AGVs devem percorrer, automatizando a movimentação de materiais entre centros produtivos e estações de trabalho, além da aplicação nas áreas industriais, os AGVs também são usados em escritórios, bibliotecas, hospitais, armazém, agricultura entre outras da área comercial (SLACK et al., 2006; CORREA & CORREA, 2019).

Existem diversos modelos e tipos de AGV de acordo com a necessidade de cada empresa ou processo produtivo. Os modelos mais comuns são: AGVs de carga leves ou pesadas, empilhadeira, rebocador, linha de montagem, plataforma e transferência de cargas.

Os controles do AGV são equipados com dispositivo de comunicação que se comunicam com as estações de trabalho, computador central. De acordo com Berman, Shechtman e Edan (2009) e Ferrelli et al. (2015) a navegação baseia-se no reconhecimento do percurso a ser realizado, onde são utilizados percepção sensoriais aprimorada.

O Sistema AGV são programáveis e reprogramados em determinados pontos do processo, guiados por faixas magnéticas no chão da planta fabril, podendo ser destacado três forma utilizada para aplicação desse sistema: *Óptico* – sensores detectam uma faixa branca entre duas preta, podendo estas ser pintadas ou até mesmo fitas de demarcação de piso; *Indutiva por frequência* – conta com uma antena que identifica o sinal emitido por um cabo que através de um corte no piso é colocada a cerca de 20 mm da superfície; e *Laser* – para esta aplicação é utilizado um senso laser fixo no AGV que é orientado por meio de pontos reflexivos que são fixados em pontos estratégicos (FERRELLI et al., 2015; CORREA & CORREA, 2019).

O AGV é uma das tecnologias mais interessantes no transporte de materiais das indústrias, devido sua agilidade de movimento, eficiência e flexibilidade, porém há de verificar suas vantagens e desvantagens antes de implantar tal sistema (KABIR & SUZUKI, 2018; SANTOS et al., 2018). A tecnologia tem seus pros e contras, porém é necessário determinar a viabilidade da implantação de um sistema como esse, uma vez que há um investimento alto inicial, sendo inviável para pequenos negócios e inadequado para procedimentos não repetitivos.

Automatizar processo produtivo a partir da aplicação do sistema AGV fornece uma série de benefícios tais como: redução de encargo trabalhista e de acidente de trabalho, aumento significativo na produtividade, qualidade do processo e do produto, aumento do nível de segurança, contribuição com o meio ambiente, facilidade da alteração de rotas e criação de novos percursos, capacidade de vinculação com outros sistemas, ganho de tempo e redução de custos operacionais, movimentos altamente precisos com segurança, entre outros.

2.3 Aplicação da AGV no ambiente industrial

O AGV é um recurso avançado para movimentação de materiais em espaço interno do ambiente industrial. Dentre as utilidades do AGV estão o uso nas indústrias automotiva, indústria de bebidas, indústria eletroeletrônicas, implementos agrícolas, porto, linha de montagem, almoxarifado, etc.

A aplicação do AGV em portos é uma solução para aumentar a eficiência do transporte de contêineres durante o embarque e desembarque de navios, substituindo a espera de veículo portuários. A utilização do AGV para uso em portos tem sido uma grande evolução em automação de movimentação logística, acelerando o processo de carga, descarga e armazenamento de contêineres, e principalmente refletindo na maior segurança para os trabalhadores, tendo como exemplo os portos como os de Singapura e de Xangai (SANTOS et al., 2018; INTRALOGISTICA, 2019).

A atuação do AGV em abastecimento de linha produção tem um ganho significativo na competitividade, aumento da produtividade e redução de custos das indústrias, na qual buscam a otimização dos processos de movimentação de materiais através da automação, ou seja, atuam com precisão em rotas programadas na função de abastecimento de linhas de produção, bem como na transferência entre estações ou áreas do processo produtivo e no transporte de matéria prima ou produto acabado.

No ambiente industrial a movimentação de materiais e armazenagem automatizada com o uso do AGV representa ganhos de tempo e redução de custo, capazes de realizar controle

preciso dos fluxos sem interrupção. É importante destacar que o AGV tornou-se umas das soluções mais viáveis para resolução de problemas de circulação, movimentação e de segurança nas operações intralogística (FERRELLI et al., 2015).

São várias as aplicações do AGV no ambiente industrial, nos parágrafos anteriores foram citados algumas das aplicações desse sistema, e como foi observado tal ferramenta traz um retorno significativo para as indústrias, que favorecem o processo em geral e promove um processo produtivo mais eficiência, viabilidade financeira, fidedignidade ao processo, entre outros.

2.4 AGVs no mercado

Com o aumento da automação industrial, há uma previsão do mercado mundial de veículos automatizados guiados atingir US \$ 10 bilhões até 2024, em 2018 esse mercado valia US \$ 3,89 bilhões, registrando um CAGR (Compound Annual Growth Rate - taxa de crescimento anual composta) de 17,01% durante o período de previsão – 2019-2024 (PESQUISA & MERCADO, 2019).

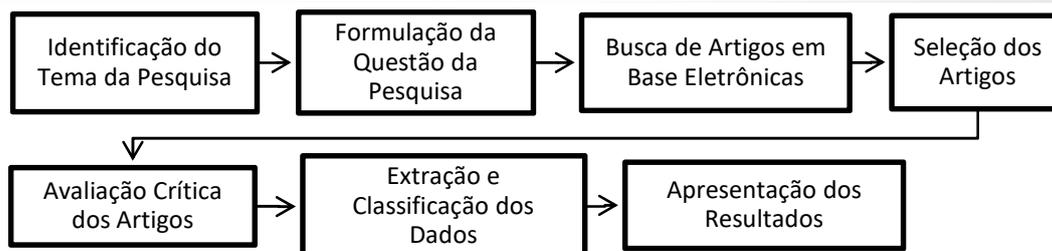
O AGV é uma referência avançada para movimentação interna e armazenagem de materiais no ambiente industrial, a aplicação do mesmo é uma tendência de mercado no interesse de investimento, pois os resultados gerados a partir da aplicação desse sistema, tem reflexo positivo para empresa, sociedade e economia

Conforme Pesquisa & Mercado (2019) a Ásia-Pacífico é testemunha de crescimento significativo desse mercado, sendo o maior consumidor de AGVs do mundo, isso é devido ao mercado altamente fragmentado e o aumento da produção do setor automotivo nessa região. O segmento de transporte na região é responsável pela maior parte a demanda da produção automotiva.

O gradativo investimento em automação pelas indústrias, impulsiona a inovação e crescimento de mercado para o AGV. Neste sentido, as empresas fabricantes de sistema robóticos investem em sistema e equipamentos de manuseio de materiais mais eficiente que oferecem cada vez mais formas melhores e capaz de suprir as demandas continuada em diversas áreas das indústrias.

3. Metodologia

Esta pesquisa é caracterizada como descritiva, de caráter qualitativo e natureza exploratória em virtude da busca literatura referente ao assunto. Para tanto, apoiou-se no método de pesquisa Revisão Sistemática de Literatura (RSL) que segundo Kitchenham (2004), Galvão & Pereira (2014) e Nakano & Muniz Jr. (2018), refere-se a um tipo de investigação focada em questão bem definida, que visa identificação, seleção, avaliação e sintetização das evidencias disponíveis, relacionadas a uma questão formulada de interesse do pesquisador. A revisão sistemática da literatura foi desenvolvida conforme a figura 1.



Fonte: Autores (2019)

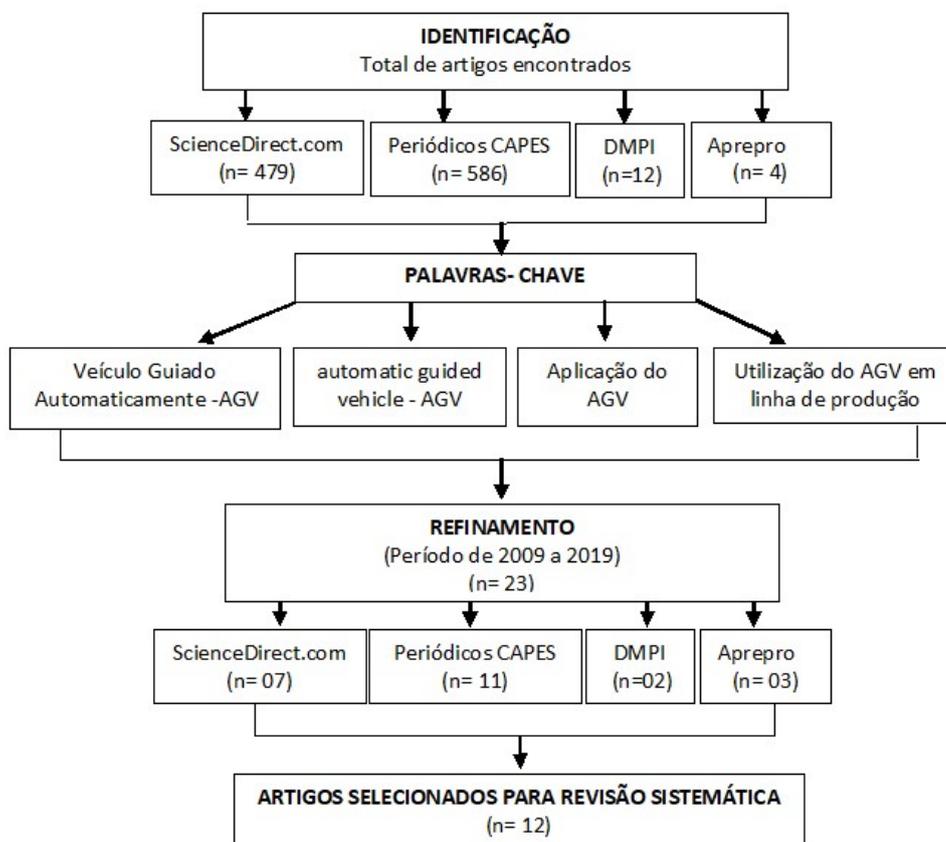
Figura 1 – Metodologia da Revisão Sistemática da Literatura

- Identificação do tema da pesquisa - a temática escolhida do estudo foi aplicação de veículo guiado automaticamente nas diversas áreas de produção da indústria a partir de conhecimento científico desenvolvido e publicado em base de dados periódicos;
- Formulação da questão da pesquisa – Com base na temática a pergunta da pesquisa foi: quais os conhecimentos científicos produzidos sobre a aplicação do AGV nas diversas áreas de produção da indústria?;
- Busca de artigos em bases eletrônicas – foram pesquisadas referências na plataforma ScienceDirect.com, no portal do Periódico CAPES, plataforma DMPI e no portal do Aprepro. A busca no banco de dados abrangeu os anos de 2009 a 2019. Como palavra-chave utilizou-se os termos: Veículo Guiado Automaticamente - AGV, automatic guided vehicle AGV, Aplicação do AGV e Utilização do AGV em linha de produção. A pesquisa limitou-se nos idiomas inglês e português. Desta forma foram encontrados na plataforma ScienceDirect.com 479 artigos, no portal do periódico CAPES 586 revisados por pares, Plataforma DMPI 12 revisados por pares e no portal do Aprepro 4 artigos;
- Seleção dos artigos - para seleção dos artigos, o primeiro filtro ocorreu pela leitura dos seus títulos, sendo selecionados os que se referiam a veículo guiado automaticamente, automação ou aplicação do AGV na indústria. Posteriormente, o segundo filtro foi realizado a partir da leitura dos resumos (abstracts) das publicações que foram anteriormente selecionadas por seus títulos. Neste filtro foi possível identificar publicações que apresentaram relevância para a revisão sistemática. Os critérios de exclusão foram: ausência de resumo nas plataformas on-line, publicações que não mencionaram o AGV e automação, e que não tinham relação à área da indústria e produção fabril. Após o refinamento, foram selecionados um total de 12 artigos que mais se assemelhavam ao tema proposto;
- Avaliação crítica dos artigos – constituiu-se de leitura das publicações aprovadas no segundo filtro. Estas foram avaliadas e identificadas as que estavam de acordo com as premissas estabelecidas para revisão sistemática;
- Extração e classificação de dados – Para facilitar análise, contou com a extração e classificação dos dados coletados de cada pesquisa, para isso foi elaborado duas tabelas de identificação dos artigos, sendo que a primeira contém o ano de publicação, autores e títulos, a segunda tabela contém o ano de publicação, autores e objetivos;
- Os resultados – serão apresentados e discutidos na próxima seção.

Adicionassem o uso da técnica de análise da temática de conteúdo por meio de leitura e releitura dos resultados dos estudos, procurando identificar aspecto relevante que se repetiam ou que se destacavam.

4. Resultado

Os artigos foram selecionados no mês de julho de 2019 na plataforma ScienceDirect.com, no portal do Periódico CAPES, plataforma DMPI e no portal do Aprepro, usando o termo: Veículo Guiado Automaticamente - AGV, automatic guided vehicle AGV, Aplicação do AGV e Utilização do AGV em linha de produção. A Figura 2 apresenta o resultado da busca.



Fonte: Autores (2019)

Figura 2. Resultados da busca de artigos

Por meio da leitura minuciosa e detalhada dos 12 artigos selecionados foi possível fazer a classificação dos dados que serviram de base para descrição dos resultados encontrados. Esses artigos passaram por diversos filtros descritos na metodologia considerados relevantes à pesquisa. No primeiro filtro, foram levados em consideração o título e os objetivos propostos como mostram as Tabelas 1 e 2.

Ano	Autores	Títulos
2009	BERMAN, S.; SCHECHTMAN, E.; EDAN, Y.	Avaliação de sistemas automáticos de veículos guiados
2013	SOUZA, J.; ROYER, R.	Implantação de um sistema AGV - veículo guiado automaticamente um estudo de caso.
2015	KANJANAWANISHKUL, K.; PHOOHUENGKAEAO, R.; KUMSON, A.	Desenvolvimento de um veículo guiado automatizado com omnidireccional mobilidade para o transporte de cargas leves.
2015	FERRELLI, P.; MACHADO, R. R.; SILVA, R. G.; MOREIRA, W. A.	Redução de custos operacionais e condições inseguras em um almoxarifado após automatização de rotas internas.
2017	LU, S.; XUB, C.; ZHONGC, R.Y.; WANG L.	Um sistema de posicionamento com RFID em fábricas automatizadas e orientadas

2017	SANTOS, L. C.; LOUNINE, C. P.; SOUZA, E. C. S.; PEREIRA, K. G.	Otimização de sistemas de abastecimento de linhas de produção: estudo de caso de uma empresa de produção de secadores profissionais.
2018	SANTOS, L.; NETO, M. S. N.; PRADO, G. E.; PRADO, E.	A viabilidade da implementação de AGVs em regiões portuárias.
2018	RUN, R. S.; XIAO, Z. Y.	Navegação de veículo autônomo em recinto fechado - um estudo de viabilidade baseado na tecnologia de infravermelho.
2018	QI, M.; LI, X.; YAN, X.; ZHANG, C.	Na avaliação do desempenho de operação de armazém baseado no AGVS.
2018	KABIR, Q.S.;SUZUKI, Y.	Aumentando a flexibilidade de fabricação através do gerenciamento de baterias de veículos guiados automatizados.
2018	CHEONG, H.;LEE, H.	Projeto de Conceito de AGV (Veículo Guiado Automatizado) Baseado na Detecção e Posicionamento de Imagem
2019	BETOÑO, D. T.F.; ZULUETA, E.; GAMIZ, U. F.; ARAMENDIA, I.; URIARTE, I.	A navegação gratuita de um AGV para um alvo não-estático com desvio de obstáculos.

Fonte: Autores (2019)

Tabela 1. Títulos das publicações

Encontraram-se nos títulos as palavras de busca da pesquisa que faziam referência a veículo guiado automaticamente, automação ou aplicação do AGV na indústria e a correlação direta com os objetivos propostos pelos pesquisadores que possibilitaram o alcance da resposta em relação ao questionamento da pesquisa: quais os conhecimentos científicos produzidos sobre a aplicação do AGV nas diversas áreas de produção da indústria? Configurando um retorno positivo na busca da revisão sistemática.

Ano	Autores	Objetivos
2009	BERMAN, S.; SCHECHTMAN, E.; EDAN, Y.	Apresentar uma metodologia para avaliação detalhada de sistemas autônomos de veículos guiados automatizados (AGVS) utilizados em manuseio de materiais
2013	SOUZA, J.; ROYER, R.	Destacar os benefícios da implantação do sistema AGV em um processo produtivo.
2015	KANJANAWANISHKUL,K.; PHOOHUENGKAE0, R.; KUMSON, A.	Projetar e desenvolver um sistema de controle, bem como um sistema de navegação para veículo guiado automaticamente omnidirecional (AGV) que pode ser usado para transportar materiais para o alvo predeterminado
2015	FERRELLI, P.; MACHADO, R. R.; SILVA, R. G.; MOREIRA, W. A.	Apresentar os principais ganhos na utilização da automação no setor de movimentação interna de materiais do estoque para as linhas de produção da empresa.
2017	LU, S.; XU, C.;ZHONG, R.Y.; WANG L.	Apresentar um sistema de posicionamento habilitado para identificação por radiofrequência (RFID) em AGV para fábrica inteligente
2017	SANTOS, L. C.; LOUNINE, C. P.; SOUZA, E. C. S.; PEREIRA, K. G.	Mostrar a eficácia do AGV na automação na produção de qualquer bem ou serviço.
2018	SANTOS, L.; NETO, M. S. N.; PRADO, G. E.; PRADO, E.	Expor os benefícios da implementação da indústria 4.0 no Porto de Santos.
2018	RUN, R. S.; XIAO, Z. Y.	Verificar um método simples e de baixo custo para veículo guiado automaticamente em recinto fechado utilizando a tecnologia de infravermelho

2018	QI, M.; LI, X.; YAN, X.; ZHANG, C.	Apresentar métodos a partir de simulação para evitar colisão e resolver impasses no desempenho de operação em armazenagem, com foco eficiente de transporte.
2018	KABIR, Q.S.;SUZUKI, Y.	Explorar a possibilidade de aumentar as capacidades de fabricação no curto prazo através do gerenciamento de baterias de veículos guiados automatizados (AGVs)
2018	CHEONG, H.;LEE, H.	Sugerir o conceito básico de AGVs operados por detecção de imagem e posicionamento preciso.
2019	BETOÑO, D. T.F.; ZULUETA, E.; GAMIZ, U. F.; ARAMENDIA, I.; URIARTE, I.	Propor uma alternativa de caminho para o AGV seguir quando encontrar um obstáculo em seu trajeto.

Fonte: Autores (2019)

Tabela2 – Objetivos propostos pelos autores

Dos 12 artigos listados, 4 enfatizam os locais de aplicação do AGV, sendo 2 aplicados em empresas agrícolas, 1 em área portuária e outro na empresa de secadores profissionais como mostra a figura 3. Os demais dão ênfase aos objetivos da pesquisa do AGV já listados acima.



Fonte: Autores (2019)

Figura 3. Percentual de artigos referente ao local de aplicação do AGV

As publicações descrevem que existem vários métodos de uso do AGV, podendo ser citado: óptico, indutivo por frequência e laser. Para Ferrelli et al. (2015) e Lu et al. (2017) a escolha deste deverá levar em condição a situação do ambiente, principalmente do piso onde será implementado. Toda e qualquer avaliação, determinação, investigação proposta nos objetivos dos pesquisadores afunila-se para se retirar o gargalo na linha de produção, visando à melhor movimentação das cargas no interior do ambiente e com isto reduzir significativamente os problemas de movimentação interna de carga, onde robôs e seres humanos trabalham em conjunto, sincronizados dentro de um mesmo espaço sem riscos de acidentes, possibilitando o aumento da capacidade de produção, a melhoria da qualidade e a otimização dos recursos de produção, assim reduzindo os custos e tendo um aumento da eficiência e segurança das atividades.

Em relação a esse propósito 100% dos artigos chamam atenção para o investimento e implantação da automação na indústria, visando à indústria 4.0, indústria inteligente ou indústria avançada. Para que a empresa consiga manter-se competitiva no mercado ela precisa se enquadrar nas características citadas no parágrafo anterior e essas características podem ser alcançadas com a implementação viável dos AGVs, por diversos fatores listados na Tabela 3, que demonstra as diversas áreas de aplicação e os benefícios e melhorias no uso dos veículos guiados automaticamente, respondendo a questão norteadora desta pesquisa.

Área de aplicação	Benefícios/Melhorias	Autores (Ano)
– Almoarifado; – Armazém; – Linha de Produção; – Portos; – Transferência entre estações ou áreas do processo produtivo; – Transporte de matéria prima ou produto acabado.	– Ganho de qualidade no produto final; – Padronização do processo.	SOUZA & ROYER (2013)
	– Satisfação do cliente.	SANTOS et al. (2017)
	– Contribui com o meio ambiente – pouco poluente;	SANTOS et al. (2018)
	– Possibilidade de trabalho 24 horas por dia;	
	– Redução do nível de ruídos.	
	– Aumento significativo na produtividade;	SOUZA & ROYER (2013); FERRELLI et al. (2015); SANTOS et al. (2017); SANTOS et al. (2018).
	– Diminuição do tempo do processo;	
	– Eficiência no posto de trabalho;	
	– Precisão e Segurança de funcionamento;	
	– Redução de acidentes de trabalho;	
– Redução de custos de operação em relação aos processos convencionais de transporte industrial;		
– Redução de mão de obra.		
– Otimização do layout;	FERRELLI et al. (2015); SANTOS et al. (2017); CHEONG & LEE (2018); BETOÑO et al. (2019).	
– Eficácia da operação do sistema;	BERMAN et al. (2009); FERRELLI et al. (2015); RUN et al. (2018); QI et al. (2018).	
– Eliminação de operações que não agregam valor ao produto;	SOUZA & ROYER (2013); SANTOS et al. (2018).	
– Redução de ocorrência de avarias;	SANTOS et al. (2018); KABIR & SUZUKI (2018).	

Fonte: Autores (2019)

Tabela 3. Área de aplicação e os benefícios e melhorias com o uso dos AGVs

5. Conclusões

O objetivo geral deste artigo foi de analisar a partir de produção científica acerca da aplicação do AGV nas diversas áreas de produção industrial publicada em artigos nacionais e internacionais entre 2009 a 2019. O estudo apresentado destaca a diversidade de pesquisas científicas existentes e o ramo de empresas onde os AGV's estão sendo aplicados, desde indústrias de maquinários, empresas de logísticas e até empresas de bens de consumo. Como também, confirma os méritos e benefícios da utilização de AGV's, e a busca constante de novas metodologias para reduzir o investimento necessário para implantação.

Este trabalho destaca ainda o esforço da comunidade científica em estudar novos sistemas e tecnologias para otimizar e obter maior precisão na movimentação de veículos guiados automaticamente.

No cenário competitivo atual, é de extrema importância que cada empresa busque continuamente a melhoria e a implantação de novas tecnologias, pois, muitas vezes a inércia de um empreendimento pode resultar na perda de mercado e na respectiva falência.

Referências

BERMAN, S.; SCHECHTMAN, E.; EDAN, Y. Evaluation of automatic guided vehicle systems. **Robotics and – Integrated Manuctering**, v. 25, n. 3, p. 522-528, 2009.

BETOÑO, D. T.F.; ZULUETA, E.; GAMIZ, U. F.; ARAMENDIA, I.; URIARTE, I. A Free Navigation of an AGV to a Non-Static Target with Obstacle Avoidance. **Eletronicos**, v. 8, 2, p. 159, 2019.

CAMPANA, G. A.; OPLUSTIL, C. P. Conceitos de automação na medicina laboratorial: revisão de literatura. **J Bras Patol Med Lab**, v. 47, n. 2, p. 119-127, abril 2011.

CHEONG, H.; LEE, H. Concept Design of AGV (Automated Guided Vehicle) Based on Image Detection and Positioning. **Procedia Computer Science**, v. 139, p. 104-107, 2018.

CORREA, H. L.; CORREA, C. A. **Administração de produção e operações** : manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 4. ed., 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2019.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistematica da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saude**, Brasilia, v. 23, 1, p. 183-184, 2014.

FERRELLI, P.; MACHADO, R. R.; SILVA, R. G.; MOREIRA, W. A. Redução de custos operacionais e condições inseguras em um almoxarifado após automatização de rotas internas.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 3, 2015, Ponta Grossa, PR. **Anais...** Ponta Grossa: CONBREPRO, 2015. Disponível em: <<http://aprepro.org.br/conbrepro/2015/anais.php>> Acesso em 16 julho 2019.

FIRMANSYAH, R. A; ALFIANTO, E. Pembuatan haar-cascade dan local binary pattern sebagai sistem pendeteksi halangan pada automatic guided vehicle. **Jurnal SIMETRIS**, v. 9, n. 2, 2018.

HADERSPECK, J. **Carregado e pronto para trabalhar**: plataformas AGV inteligentes aumentam a eficiência. Indústria de Bebidas, agosto de 2013, p. 60+ OneFile acadêmico. Disponível em: <<http://link.galegroup.com/apps/doc/A342179336/AONE?u=capex&sid=AONE&xid=585f147>>. Acesso em: 18 de julho de 2019.

INTRAGOLISTICA. **Veículo Guiado Automaticamente para uso em Portos**. Disponível em: <<http://www.agvintralogistica.com.br/veiculo-guiado-automaticamente-para-uso-em-portos.html>> Acesso em 25 julho 2019.

KABIR, Q.S.; SUZUKI, Y. Increasing manufacturing flexibility through battery management of automated guided vehicles. **Computers & Industrial Engineering**, v. 117, p. 225-236, 2018.

KANJANAWANISHKUL, K.; PHOOHUENGKAE, R.; KUMSON, A. Development of an automated guided vehicle with omnidirectional mobility for transportation of lightweight loads. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE MECATRÔNICA E ENGENHARIA MECÂNICA, 34, 2, 2015, Cingapura. **Anais...** Cingapura: ICMME, 2015. Disponível em: <<http://www.matec-conferences.org> or <http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20153405003>> Acesso em 18 julho 2019.

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews**. Eversleigh: Keele University Technical Report, 2004.

LU, S.; XU, C.; ZHONG, R.Y.; WANG L. A RFID-enabled positioning system in automated guided vehicle for smart factories. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 44, n. 1, p. 179-190, 2017.

NAKANO, D., & MUNIZ JR. J. Writing the literature review for an empirical paper. **Production**, v. 28, São Paulo, 2018.

PERRY, T. S. **Shakey Robô Móvel Pioneiro da SRI é Reconhecido como Marco IEEE**. Disponível em: <<https://spectrum.ieee.org/view-from-the-valley/robotics/industrial-robots/sri-shakey>>

robot-honored-as-ieee-milestone?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A%20IeeeSpectrumFullText%20%28IEEE%20Spectrum%20Full%20Text%29> Acesso em: 29 de Julho 2019.

PESQUISA E MERCADO. **Previsão do mercado global de veículos guiados automaticamente (AGV) para 2024: a crescente necessidade de automação em aplicações marítimas é um fator-chave para o mercado.** PRNewswire, 10 de julho de 2019. OneFile Acadêmico. Disponível em: <<http://link.galegroup.com/apps/doc/A592857138/AONE?u=capex&sid=AONE&xid=83d3ad66>>. Acesso em: 18 de julho de 2019.

QI, M.; LI, X.; YAN, X.; ZHANG, C. On the evaluation of AGVS-based warehouse operation Performance. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 87, p. 379-394, 2018.

RUN, R. S.; XIAO, Z. Y. Indoor Autonomous Vehicle Navigation - A Feasibility Study Based on Infrared. **Technology. Applied system innovation**, v. 1, n. 1, 4, 2018.

SANTOS, L. C.; LOUNINE, C. P.; SOUZA, E. C. S.; PEREIRA, K. G. Otimização de sistemas de abastecimento de linhas de produção: estudo de caso de uma empresa de produção de secadores profissionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 7, 2017, Ponta Grossa, PR. **Anais...** Ponta Grossa: CONBREPPO, 2017. Disponível em: <<http://aprepro.org.br/conbrepPO/2017/anais.php>> Acesso em 16 julho 2019.

SANTOS, L.; NETO, M. S. N.; PRADO, G. E.; PRADO, E. A viabilidade da implementação de AGVs em regiões portuárias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 8, 2018, Ponta Grossa, PR. **Anais...** Ponta Grossa: CONBREPPO, 2018. Disponível em: <<http://aprepro.org.br/conbrepPO/2018/anais.php>> Acesso em 16 julho 2019.

SLACK, N.; BRANDON, J. A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. - 8 ed. - São Paulo : Atlas, 2018.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JHONSTON R. **Administração da produção**. 1 ed., 10 reimpr. São Paulo: Atlas, 2006.

SOUZA, J.; ROYER, R. Implantação de um sistema AGV - veículo guiado automaticamente um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32, 2013, Salvador, BA. **Anais...** SALVADOR: ENGEPE, 2013. Disponível em: <<http://www.abepRO.org.br/publicacoes/index.asp?ano=2013>> Acesso em: 13 de julho 2019.