



INTERAÇÃO SEGURA ENTRE COLABORADORES E AGVS: ANÁLISE DA LITERATURA E COMPILADO NORMATIVO

LINCOLN LINHARES – lincoln.linharess@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR

MARIANA KLEINA - marianakleina@ufpr.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR

FERNANDO DESCHAMPS - fernando.deschamps@ufpr.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR

ÁREA: 8. ENGENHARIA DO TRABALHO

SUBÁREA: 8.4 – GESTÃO DE RISCOS DE ACIDENTES DO TRABALHO

RESUMO: O ARTIGO ANALISA A INTERAÇÃO SEGURA ENTRE COLABORADORES E VEÍCULOS GUIADOS AUTOMATICAMENTE EM AMBIENTES INDUSTRIAIS, ENFATIZANDO A CONFORMIDADE COM NORMAS DE SEGURANÇA PARA PREVENIR ACIDENTES. A PESQUISA ENVOLVE UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE DIRETRIZES DE SEGURANÇA E INTERAÇÃO COM AGVS, UTILIZANDO BASES DE DADOS COMO SCOPUS E NORMATIVAS ISO, ABNT E ANSI. OS RESULTADOS DESTACAM A IMPORTÂNCIA DE ESTRATÉGIAS DE SEGURANÇA, COMO A FUNÇÃO DE PARADA DE SEGURANÇA EM RESPOSTA À DETECÇÃO DE OBSTÁCULOS, E A IMPLEMENTAÇÃO DE NORMATIVAS APLICÁVEIS AOS AGVS. AS CONCLUSÕES RESSALTAM A NECESSIDADE DE REGULAMENTAÇÕES ÁGEIS E ADAPTÁVEIS DIANTE DAS RÁPIDAS MUDANÇAS TECNOLÓGICAS, BEM COMO A IMPORTÂNCIA DE MAIS PESQUISAS PARA ENRIQUECER O DEBATE SOBRE SEGURANÇA NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL. O ESTUDO COMPILA NORMATIVAS RELEVANTES E FORNECE UM GUIA PRÁTICO PARA O DESENVOLVIMENTO SEGURO DE AGVS, CONTRIBUINDO PARA A PROTEÇÃO DOS TRABALHADORES E A EFICIÊNCIA OPERACIONAL.

PALAVRAS-CHAVES: AGV; SEGURANÇA; NORMATIVAS; ISO.

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço rápido da tecnologia, os Veículos Guiados Automaticamente (AGVs) se tornaram componentes essenciais em fábricas inteligentes devido a sua alta flexibilidade e eficiente utilização de espaço (STECLIK *et al.*, 2022). Estima-se que os custos relacionados ao manuseio de materiais representam de 20% a 50% dos custos operacionais totais (TOMKINS *et al.*, 2010). Esse crescente processo de automação nas empresas demanda atenção especial às normativas aplicáveis. O artigo 7º, inciso XXVII, da Constituição Federal da República, garante o direito à proteção em face da automação no ambiente de trabalho e suas consequências para o trabalhador.

Nessa ótica, para otimizar o uso do capital e garantir a segurança no ambiente, é fundamental considerar a implementação de potenciais melhorias, não se olvidando que todos os atos no âmbito industrial estão sujeitos a diversas normativas, que demandam conhecimento técnico prévio. Nesse sentido, o Decreto Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943 – que aprova a Consolidação das Leis do Trabalho, em seu artigo 157, dispõe que, cabe às empresas:

- I - Cumprir e fazer cumprir as normas de segurança e medicina do trabalho;
- II - Instruir os empregados, através de ordens de serviço, quanto às precauções a tomar no sentido de evitar acidentes do trabalho ou doenças ocupacionais;
- III - Adotar as medidas que lhes sejam determinadas pelo órgão regional competente;
- IV - Facilitar o exercício da fiscalização pela autoridade competente.

Em complemento, têm-se as Normas Regulamentadoras (NR) que se apresentam como obrigações e deveres que os empregadores precisam cumprir para garantir a segurança e saúde dos colaboradores no ambiente de trabalho.

Acidentes e doenças ocupacionais podem ter um impacto significativo na saúde dos trabalhadores, gerando sofrimento individual e custos consideráveis para a empresa e sociedade. Entre 2020 e 2022, o Brasil enfrentou um cenário alarmante: R\$ 26 bilhões foram destinados ao pagamento de benefícios acidentais em todos os setores da indústria (TRT20, 2023). Esses dados, por sua vez, acendem um alerta sobre as graves consequências dos acidentes de trabalho no país, tanto para os trabalhadores quanto para a economia como um todo. Embora aumentar a confiabilidade de um sistema robótico, minimizando a chance de falhas, seja um importante objetivo de pesquisa, estratégias para mitigar o impacto negativo após a ocorrência de falhas raramente são estudadas (FRACTZAK *et al.*, 2021).

Cabe ressaltar ainda que a análise do risco de um sistema composto por robôs e humanos, levando em conta os diversos fatores que afetam a segurança dos diferentes atores,


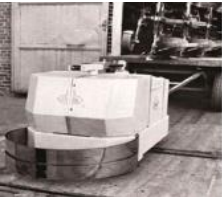

é uma tarefa complexa. Sendo assim, a proposta do trabalho é compilar as normativas e artigos existentes no que se refere aos dispositivos robóticos com ênfase à segurança do processo e seus envolvidos. Com a geração de uma lista, busca-se estabelecer um patamar seguro de coexistência entre AGVs e seres humanos, capaz de orientar trabalhadores, pesquisadores, empresários e demais interessados quanto ao tema, relacionando normas diretamente ou parcialmente aplicáveis a AGVs. O restante deste trabalho segue a seguinte estrutura: a seção 1.1 aborda a Descrição e a Evolução de AGVs. Na seção 1.2, Padronização e Segurança. Na seção 2, é apresentada a Metodologia. Por fim, as seções 3 e 4 contêm, Resultados e Discussão, respectivamente.

1.1 Descrição e evolução de um AGV

De acordo com Ullrich *et al.*, (2015), AGVs são veículos robóticos autopropelidos que operam no piso e são direcionados por meio de um sistema de orientação sem contato. Contudo, em virtude da imprecisão nas definições e da sobreposição no uso prático, os termos Veículo autoguiado (SGV), Veículo Guiado por Laser (LGV) e carrinhos guiados ainda são frequentemente utilizados de forma intercambiável com AGV (KOPP *et al.*, 2023).

Nessa toada, o dispositivo é uma forma versátil e crescente na automação industrial, empregados em sistemas produtivos em todo o mundo desde a década de 1950. A tabela 1 ilustra a evolução dos equipamentos.

TABELA 1 – Linha do tempo com a evolução dos equipamentos

ANO	PRODUTO	DESCRIÇÃO
1960		Alguns veículos utilizam sensores ópticos para acompanhar barras coloridas no chão, enquanto outros seguem o campo magnético induzido produzido por faixas condutivas embutidas no piso da fábrica.
1970		Sistemas únicos de sensores elétricos e magnéticos são instalados na montagem de cargas na indústria de alimentos. Os veículos se deslocam de estação em estação ao longo de um caminho predefinido e param nos sinais de parada quando reconhecem um alvo.
1980		AGVs com computador embarcado e gabinete de controle. A orientação ativa de trilhas por indução, com fios embutidos no chão, é amplamente utilizada.

1990



Os AGVs utilizam lasers e infravermelhos para orientação. Equipamentos eletrônicos de alto desempenho e microprocessadores são empregados para reconhecimento de localização

2000



A inteligência artificial passa a ser utilizada na navegação, evasão de colisões, orientação e sistemas de visão de AGVs. O rastreamento é baseado em redes sem fio.

2010



Ampla utilização de software de código aberto, como o ROS (por exemplo, Robotnik), roscpp (baseado em C++ no ROS) e rospy (baseado em Python no ROS). Implementação de IA de código aberto para AGVs.

2020

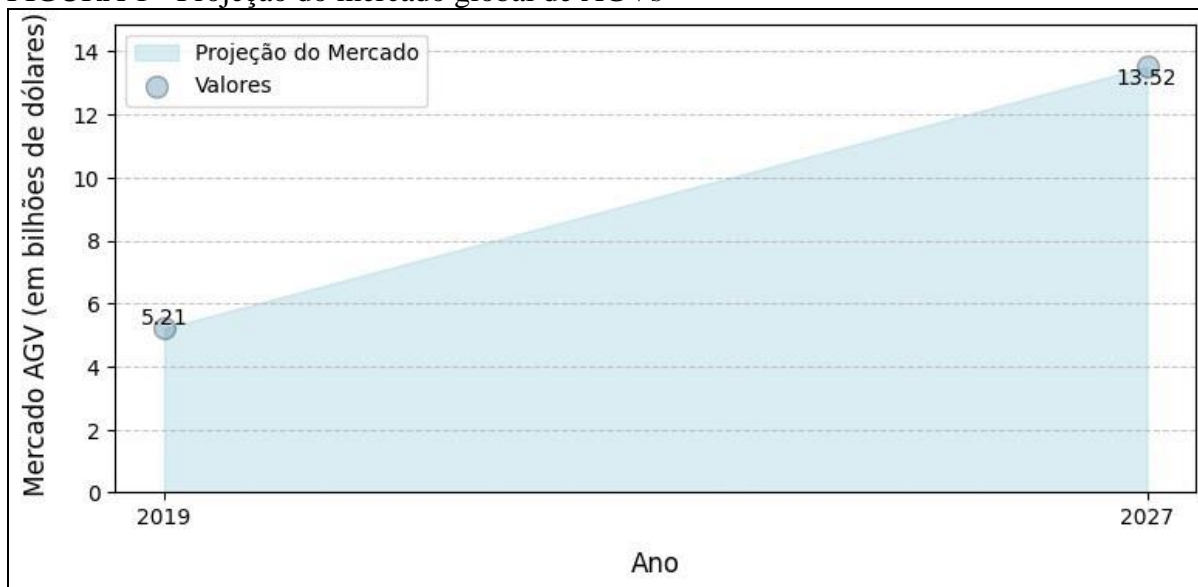


Pode movimentar-se em todas as direções, aumentando a produtividade. O veículo pode interagir em diferentes níveis com a infraestrutura de TI do cliente, sendo altamente escalável e configurável, e garantindo o mais alto nível de certificação de segurança ativa.

Fonte: Adaptado de Zhang *et al.* (2023).

Conforme apontado por Ashraf (2023), os AGVs representam a opção ideal para transportar diferentes materiais entre múltiplas estações de carga e descarga. Os sistemas evoluíram e amadureceram nos últimos anos, e uma gama de aplicações e usos podem ser encontrados na literatura. Por exemplo, na indústria de manufatura e sistemas logísticos, onde são prevalentes, mas também operam em terminais de transbordo e setores de saúde (SENARAS *et al.*, 2023). A figura 1 ilustra as tendências globais para o mercado de AGVs.

FIGURA 1 - Projeção do mercado global de AGVs



Fonte: Adaptado de Sinova (2022).

Em 2019, o mercado de AGVs foi avaliado em cerca de US\$ 5,21 bilhões. Projeções apontam que esse valor deve crescer substancialmente, atingindo aproximadamente US\$ 13,52 bilhões até 2027. Esse aumento é impulsionado por diversos fatores, incluindo avanços tecnológicos contínuos, uma crescente demanda por automação na indústria e uma maior necessidade de robôs em instalações de fabricação e armazenamento. Além disso, o crescimento dos mercados emergentes também contribui significativamente para esse cenário de expansão do mercado (SINOVA, 2022).

1.2 Padronização e segurança

A *International Standardization for Organization (ISO)* é uma entidade global com sede em Genebra, na Suíça, que foi estabelecida em 1946. Seu principal propósito é a elaboração de padrões técnicos de abrangência internacional, colaborando com mais de 150 organizações dedicadas à padronização. Dentre essas organizações, merece destaque a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), uma instituição privada e sem fins lucrativos que representa a principal autoridade na área de padronização e regulamentação de normas no Brasil. Nos Estados Unidos, o *American National Standards Institute (ANSI)* é a entidade encarregada de supervisionar e coordenar os padrões voluntários e o sistema de avaliação de conformidade. Adicionalmente, no Canadá o Grupo *Canadian Standard Association (CSA)* é uma entidade governamental encarregada de promover a padronização voluntária no país, e sua principal missão é adaptar as normas internacionais à realidade canadense (BELZILE; ST-ONGE. 2022).

Conforme Battagin (2014), as Normas Técnicas são desenvolvidas pela sociedade visando seu próprio benefício e são posteriormente aprovadas por um organismo reconhecido. Elas representam o consenso técnico de uma determinada região ou país em um dado momento histórico, sendo dinâmicas e sujeitas a evolução. A revisão ou criação de novas normas é impulsionada pelas demandas e necessidades da sociedade em constante mudança.

É comum que os AGVs operem em ambientes onde interagem com operadores e outros trabalhadores, os quais também estão sujeitos a uma variedade de regulamentos para proteção de sua integridade física. Estes equipamentos são abrangidos por diversas normas. É importante ressaltar, no entanto, que a conformidade com estes documentos não é uniformemente regulamentada, o que torna sua aplicação não obrigatória (RASMUSSEN *et al.*, 2023).

Apesar disso, é fundamental que os robôs sejam equipados com diretrizes para ajustar sua velocidade (controlada por meio de uma função de segurança) e adaptar sua trajetória em resposta à detecção de obstáculos. Se a distância entre o robô móvel e o operador ficar abaixo de um limite previamente estabelecido, um mecanismo de parada de segurança deve ser acionado.

2. METODOLOGIA

Nesta seção, serão apresentados os procedimentos empregados na revisão bibliográfica e geração de compilado normativo. Primeiramente, o processo de desenvolvimento começou com uma ampla pesquisa bibliográfica sobre as diretrizes de segurança e interação para o uso de AGVs em espaços industriais. Para a revisão da literatura, utilizou-se o banco de dados da *Scopus* e apenas artigos em língua inglesa foram selecionados. Já para a pesquisa de normas, as plataformas de busca utilizadas foram a *ISO online*, *ABNT catálogo* e *ANSI webstore*. As palavras-chave adotadas em ambos os casos incluem: Segurança funcional de AGVs; Avaliação de riscos para AGVs; Dispositivos de segurança para AGVs e Diretrizes de segurança para operação de AGVs. No total, foram encontrados 32 artigos e após um processo de triagem, removeram-se aqueles cujo objetivo não estava associado ao escopo do artigo.

3. RESULTADOS

3.1 Compilado dos artigos selecionados

Os 6 artigos selecionados pela pesquisa foram categorizados no quadro 1, destacando a contemporaneidade do tema e o notável compartilhamento da mesma ênfase na importância crucial da segurança. Por fim, um resumo dos artigos está incluso.

QUADRO 1- Resumo dos artigos encontrados na revisão sistematica da literatura

REFERÊNCIA	RESUMO
Sardar <i>et al.</i> (2024)	O estudo abordou alocação de recursos de rede na indústria 4.0, com ênfase na segurança do ambiente de trabalho incluindo AGVs. De modo a garantir a segurança no “chão de fábrica”. O problema foi formulado visando minimizar violações de segurança, com um algoritmo de alocação de recursos de rede em tempo real proposto para atender a esses objetivos.
Aizat <i>et al.</i> (2024)	Revisou os avanços recentes em tecnologias de AGVs, com um foco específico na segurança. Ele explora métodos avançados para evitar obstáculos dinâmicos e operar em ambientes complexos de forma autônoma. O estudo destacou a importância de técnicas de segurança para garantir a integridade das operações AGV e a prevenção de acidentes.
Ogorelysheva <i>et al.</i> (2023)	Abordou a segurança em frotas de AGV, focando na mitigação de colisões em situações de falha de controle. Reconhecendo que falhas são inevitáveis em sistemas baseados em AGV, o artigo propôs abordagens para evitar colisões em caso de emergência. Três estratégias foram comparadas e avaliadas quanto à eficácia na redução de colisões e no desempenho geral do sistema. O estudo destacou a importância de medidas de segurança para lidar com emergências e minimizar danos em operações de AGV.
Bayona <i>et al.</i> (2023)	Propôs uma abordagem para otimizar o projeto de trajetórias em veículos autônomos. Ele destacou a importância de medidas de segurança para garantir uma navegação segura em ambientes industriais. Utilizando algoritmos genéticos, o artigo desenvolve trajetórias que mantêm uma distância segura dos obstáculos, contribuindo assim para a prevenção de acidentes e colisões em operações AGV.
Cheng <i>et al.</i> (2021)	Este artigo realizou uma análise de risco de segurança mecânica em fábricas inteligentes, com foco em dispositivos móveis como AGVs. Ele identifica e analisa os riscos de segurança associados a máquinas-ferramentas CNC, robôs industriais, AGVs e outros dispositivos móveis em ambientes de produção. O estudo fornece um plano de segurança para reduzir esses riscos, destacando a importância da segurança mecânica na operação de AGVs em fábricas inteligentes.
Robinson (2019)	Discutiu os desafios e soluções para garantir a segurança funcional na implementação da Internet das Coisas Industrial (IoT), com referência específica a AGVs e outros equipamentos industriais. Destaque a importância de medidas de segurança para proteger sistemas contra ameaças e vulnerabilidades, ressaltando a necessidade de abordagens inovadoras para garantir a segurança na indústria 4.0.

Fonte: Os autores (2024)

3.2 Compilado normativo

A seguir, o Quadro 2 apresenta o compilado das normas diretamente aplicáveis aos AGVs e ainda, aquelas que podem ser úteis nesse contexto, embora não sejam específicas sobre o tema.

QUADRO 2 – Relação das normas e aplicabilidade

NORMAS	DISPOSIÇÕES	APLICAÇÃO
ABNT NBR ISO 3691- 4: 2021	Especifica requisitos de segurança e os meios para sua verificação para veículos industriais sem motorista (doravante referidas como empilhadeiras) e seus sistemas.	Direta
ABNT NBR ISO 13857: 2021	Segurança de máquinas — Distâncias de segurança para evitar que zonas de perigo sejam alcançadas por membros superiores e inferiores.	Parcial
ISO 13850: 2015	Segurança de máquinas — Função de parada de emergência — Princípios para <i>design</i> .	Parcial
ABNT NBR ISO 13849-1: 2019	Segurança de máquinas — Partes relacionadas à segurança de sistemas de controle: Princípios gerais para o design	Parcial
ISO 10218-2: 2011	Especifica requisitos de segurança para a integração de robôs industriais e sistemas de robôs industriais, conforme definido na ISO 10218-1, e célula(s) de robôs industriais.	Direta
ABNT NBR ISO 13851: 2024	Segurança de máquinas — Dispositivos de controle de duas mãos — Princípios para design e seleção.	Parcial
ABNT NBR ISO 12100: 2013	Segurança de máquinas — Princípios gerais para o design — Avaliação de riscos e redução de riscos.	Parcial
ISO 10218-1: 2011	Robôs e dispositivos robóticos — Requisitos de segurança para robôs.	Direta
ANSI/RIA R15.06-2012	Especifica requisitos e diretrizes para projetos intrinsecamente seguros, medidas de proteção e informações para uso de robôs industriais. Descreve os perigos básicos associados aos robôs e fornece requisitos para eliminar ou reduzir adequadamente os riscos associados a esses perigos.	Parcial
IEC 61508: 2010	Segurança funcional de sistemas elétricos/eletrônicos programáveis relacionados à segurança.	Parcial
ISO 8373:2021	Fornecer um vocabulário de termos e definições relacionadas para uso em documentos ISO relacionados à robótica.	Parcial

Fonte: Os autores (2024).

Entre os resultados obtidos, foram identificadas normas de abrangência nacional e internacional, sendo que 45% delas foram desenvolvidas pela ABNT. A rigor, este fato serve

como um exemplo significativo de como a conjugação de interesses e o uso consistente da padronização de processos já apresenta resultados no Brasil.

4. DISCUSSÃO

Com o objetivo de esclarecer as normas aplicáveis aos dispositivos robóticos, esta análise lista 11 regulamentações, além de 6 artigos relacionados ao assunto. O resultado obtido serve como um guia prático para as partes envolvidas no desenvolvimento, implementação e operação de AGVs. Com base nas literaturas selecionadas, fica evidente que a velocidade das mudanças tecnológicas representa um desafio significativo para os especialistas. Essa constatação é crucial para a formulação de políticas e regulamentações que sejam ágeis e adaptáveis às transformações contínuas no cenário tecnológico. A regulação muitas vezes é lenta e reativa, enquanto a inovação tecnológica avança rapidamente e de forma disruptiva. A pesquisa é então importante porque discute um tema de crescente relevância acadêmica, dado o avanço tecnológico observado no Brasil. Além disso, destaca brevemente as lacunas na legislação sobre o tema, tanto que muitas normativas não possuem a versão nacional. Contudo, é preciso enfatizar que mais investigações são necessárias para melhorar o entendimento atual e enriquecer o debate em torno do tema. Em última análise, a regulamentação das tecnologias no Brasil demandará um processo colaborativo e contínuo, exigindo a participação de todos os envolvidos, incluindo legisladores, reguladores, indústria tecnológica, comunidade acadêmica, sociedade civil, para que se promova o desenvolvimento seguro e tecnológico do país.

REFERÊNCIAS

AIZAT, Muhammad; QISTINA, Nurakasyah; RAHIMAN, Wan. A Comprehensive Review of Recent Advances in Automated Guided Vehicle Technologies: Dynamic Obstacle Avoidance in Complex Environment Toward Autonomous Capability. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, 2023.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI). **ANSI/RIA R15.06-2012**: Industrial Robots and Robot Systems - Safety Requirements. Disponível em: <https://webstore.ansi.org/standards/ria/ansiriar15062012>. Acesso em: 22 maio 2024.

ASHRAF, Mohd Shakeb et al. AGV's effect on the performance of flexible manufacturing system in stochastic environment. **Materials Today: Proceedings**, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 12100:2013**: Segurança de máquinas — Princípios gerais de projeto — Apreciação e redução de riscos. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/33852/nbriso12100->
Bauru, SP, Brasil, 11 a 14 de novembro de 2024 10 [seguranca-de-maquinas-principios-gerais-](#)

de-projeto-apreciacao-e-reducao-de-riscos. Acesso em: 22 maio 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 13849-1:2019**: Segurança de máquinas — Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança — Parte 1: Princípios gerais de projeto. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abntnbrnm/12434/abnt-nbriso13849-1-seguranca-de-maquinas-partes-de-sistemas-de-comandorelacionadas-a-seguranca-parte-1-principios-gerais-de-projeto>. Acesso em: 22 maio 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 13851:2024**: Segurança de máquinas — Dispositivo de comando bimanual — Princípios para projeto e seleção. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbrnm/13833/nbriso13851-seguranca-de-maquinas-dispositivo-de-comando-bimanualprincipios-para-projeto-e-selecao>. Acesso em: 08 maio 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto **ABNT NBR ISO 13857:2021**: Segurança de máquinas – Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores e inferiores. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/projeto-nbr/47857/projeto-abnt-nbr-iso-13857-seguranca-de-maquinas-distancias-de-seguranca-para-impedir-o-acesso-a-zonas-de-perigopelos-membros-superiores-e-inferiores>. Acesso em: 19 maio 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 3691-4:2021**: Veículos industriais — Requisitos de segurança e verificação — Parte 4: Veículos industriais sem condutor e seus sistemas. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abntnbrnm/12998/nbriso3691-4-veiculos-industriais-requisitos-de-seguranca-e-verificacao-parte4-veiculos-industriais-sem-condutor-e-seus-sistemas>. Acesso em: 20 maio 2024.

BATTAGIN, Inês Laranjeira da Silva. **Norma não é lei, mas por força da lei é obrigatória**. Disponível em: <https://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos-detalle&id=3077>. Acesso em: 21/05/2024.

BAYONA, Eduardo; SIERRA-GARCÍA, Jesús-Enrique; SANTOS, Matilde. Keeping Safe Distance from Obstacles for Autonomous Vehicles by Genetic Algorithms. In: **International Conference on Soft Computing Models in Industrial and Environmental Applications**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. p. 300-310.

BELZILE, Bruno; ST-ONGE, David. Safety first: On the safe deployment of robotic systems. In: **Foundations of Robotics: A Multidisciplinary Approach with Python and ROS**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. p. 415-439.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-5452-1-maio-1943-415500-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 22 maio 2024.

CHENG, Zhou et al. Mechanical Safety Risk Analysis of Smart Factory. In: **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, 2021. p. 012037.

FRATCZAK, Piotr et al. Robot apology as a post-accident trust-recovery control strategy in industrial human-robot interaction. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 82,

p. 103078, 2021.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC). **IEC 61508-1:2010:** Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 1: General requirements. Disponível em: <https://webstore.iec.ch/publication/5516>. Acesso em: 01 maio 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 10218-1:2011:** Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 1: Robots. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10218:-1:ed-2:v1:en>. Acesso em: 22 maio 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 10218-2:2011:** Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 2: Robot systems and integration. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/41571.html>. Acesso em: 05 maio 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 13850:2015:** Safety of machinery — Emergency stop — Principles for design. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/61491.html>. Acesso em: 10 maio 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 8373:2021:** Robots and robotic devices — Vocabulary. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/75539.html>. Acesso em: 22 maio 2024.

KOPP, Tobias et al. Perspectives of managers and workers on the implementation of automated-guided vehicles (AGVs)—a quantitative survey. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 126, n. 11, p. 5259-5275, 2023.

OGORELYSHEVA, Natalia et al. Mitigating Emergency Stop Collisions in AGV Fleets in Case of Control Failure. In: **2023 Seventh IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC)**. IEEE, 2023. p. 314-322.

RASMUSSEN, Kirsten et al. A roadmap to strengthen standardisation efforts in risk governance of nanotechnology. **NanoImpact**, p. 100483, 2023.

ROBINSON, Stewart H. Living with the challenges to functional safety in the industrial Internet of Things. 2019.

SARDAR, Asif Ahmed et al. Network Resource Allocation for Industry 4.0 with Delay and Safety Constraints. **IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking**, 2023.

ŞENARAS, Onur Mesut et al. Determination of the fleet size of agvs with agv pools using a genetic algorithm and artificial intelligence. **Applied Sciences**, v. 13, n. 13, p. 7994, 2023.

SINOVA. AGV: Veículos Guiados Automatizados - **Tendências de mercado que você precisa saber**. Disponível em: <https://www.sinova.com.br/2022/01/25/agv-veiculos-guiadosautomatizados-tendencias-de-mercado-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 13 maio 2024.

STECLIK, Tomasz; CUPEK, Rafal; DREWNIAK, Marek. Automatic grouping of production data in Industry 4.0: The use case of internal logistics systems based on Automated Guided Vehicles. **Journal of Computational Science**, v. 62, p. 101693, 2022.

TOMPKINS, James A. et al. **Facilities planning**. John Wiley & Sons, 2010.

TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO DA 20ª REGIÃO. **Acidentes de trabalho matam ao menos uma pessoa a cada 3h47min no Brasil**. Disponível em: <https://www.trt20.jus.br/noticias/10-noticias/14540-acidentes-de-trabalho-matam-ao-menos-uma-pessoa-a-cada-3h47min-no-brasil>. Acesso em: 20 maio 2024.

ULLRICH, Günter et al. Automated guided vehicle systems. **Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi**, v. 10, p. 978-3, 2015.

VLEX. Constitucional: **inciso XXVII do art. 5º da Carta Magna**. Disponível em: . Acesso em: 22 maio 2024.

ZHANG, Jianqi et al. Automated guided vehicles and autonomous mobile robots for recognition and tracking in civil engineering. **Automation in Construction**, v. 146, p. 104699, 2023.