

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CAMPUS
APUCARANA**

**GABRIEL FELIPE FERDINANDI DE SOUZA
GUSTAVO FERREIRA DA FONSECA
THIAGO ANDRÉ MATOS MALÁGA**

**ROBÓTICA MÓVEL E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: Avanços, Desafios e
Aplicabilidades**

**APUCARANA - PR
2025**

**GABRIEL FELIPE FERDINANDI DE SOUZA
GUSTAVO FERREIRA DA FONSECA
THIAGO ANDRÉ MATOS MALÁGA**

**ROBÓTICA MÓVEL E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: Avanços, Desafios e
Aplicabilidades**

Relatório de pesquisa apresentado
como requisito parcial de avaliação
da disciplina de Metodologia de Pes-
quisa da UTFPR *Campus Apucarana*,
sob orientação do Prof. José Fran-
cisco do Santos.

**APUCARANA - PR
2025**

RESUMO

A robótica móvel e a inteligência artificial (IA) têm experimentado avanços significativos nas últimas décadas, promovendo transformações em diversos setores, como a indústria, a saúde e a logística. A interseção dessas áreas tem possibilitado o desenvolvimento de sistemas autônomos mais eficientes, capazes de operar em ambientes dinâmicos e complexos. Este artigo tem como objetivo analisar os principais avanços tecnológicos, desafios enfrentados e aplicações práticas da robótica móvel impulsionada pela IA. Para isso, realiza-se uma revisão de literatura e uma análise de estudos de caso, explorando como a IA tem aprimorado a percepção, a tomada de decisão e a adaptação dos robôs móveis a diferentes cenários operacionais. Entre os desafios identificados, destacam-se a necessidade de regulamentação, a segurança em ambientes reais e as limitações tecnológicas, como processamento computacional e eficiência energética, reforçando o impacto da IA no avanço da robótica móvel.

Palavras-chave: robótica móvel; inteligência artificial; aprendizado de máquina; automação.

ABSTRACT

Mobile robotics and artificial intelligence (AI) have experienced significant advances in recent decades, promoting transformations in several sectors, such as industry, health and logistics. The intersection of these areas has enabled the development of more efficient autonomous systems, capable of operating in dynamic and complex environments. This article aims to analyze the main technological advances, challenges faced and practical applications of AI-driven mobile robotics. To this end, a literature review and a case study analysis, exploring how AI has enhanced the perception, decision-making and adaptation of mobile robots to different operational scenarios. Among the challenges identified, the need for regulation, safety in real environments and technological limitations, such as computational processing and energy efficiency, reinforcing the impact of AI on the advancement of mobile robotics.

Keywords: mobile robotics; artificial intelligence; machine learning; automation.

SUMÁRIO

1	Introdução	5
1.1	Apresentação e delimitação do objeto de pesquisa	5
1.2	Objetivo	6
1.3	Justificativa	6
1.4	Revisão da literatura	7
1.5	Fundamentação teórica	9
1.6	Metodologia	10
2	Resultados	12
	Referências	13

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação e delimitação do objeto de pesquisa

A robótica e a inteligência artificial (IA) têm passado por um crescimento acelerado, impactando profundamente setores como indústria, saúde, agricultura, defesa e serviços. A convergência entre essas duas áreas tem levado ao desenvolvimento de sistemas robóticos autônomos cada vez mais inteligentes e adaptáveis, capazes de operar em ambientes dinâmicos e tomar decisões sem intervenção humana. Esse avanço tem sido impulsionado por melhorias em aprendizado de máquina, visão computacional, planejamento autônomo e interação humano-robô, tornando os robôs mais eficientes, versáteis e acessíveis.

Historicamente, a busca pela construção de máquinas autônomas remonta a séculos, desde os primeiros autômatos mecânicos até os modernos robôs equipados com sensores e algoritmos avançados. O desenvolvimento da robótica móvel, em particular, tem sido profundamente influenciado pelo progresso da IA, permitindo que robôs realizem tarefas complexas, como navegação em terrenos desconhecidos, manipulação precisa de objetos e colaboração com seres humanos. Com o avanço da computação e a introdução de técnicas como mapeamento e localização simultânea (SLAM), aprendizado por reforço e fusão sensorial, os robôs ganharam maior capacidade de adaptação e tomada de decisão em tempo real Thrun, Wolfram Burgard (2005).

No entanto, apesar dos avanços expressivos, a integração da IA à robótica móvel apresenta desafios significativos. Barreiras técnicas, como a necessidade de hardware especializado e alto poder computacional, ainda limitam a eficiência desses sistemas. Além disso, questões relacionadas à segurança e à confiabilidade dos robôs autônomos continuam sendo um obstáculo para sua ampla adoção, especialmente em aplicações críticas, como veículos autônomos e robótica médica. A crescente preocupação com regulamentação e ética também exige diretrizes claras para garantir que essas tecnologias sejam desenvolvidas e utilizadas de maneira responsável Murphy (2019).

Este estudo tem como objetivo analisar a fusão entre IA e robótica, explorando os avanços mais recentes e os desafios enfrentados na implementação des-

sas tecnologias. Para isso, serão revisadas inovações como redes neurais profundas aplicadas ao controle de robôs, algoritmos de planejamento autônomo e sistemas inteligentes utilizados em navegação e tomada de decisão. Além disso, serão examinadas aplicações concretas dessa sinergia, incluindo robôs cirúrgicos, veículos autônomos, robôs industriais colaborativos e dispositivos assistivos. A partir de uma abordagem baseada em estudos de caso e revisão de literatura, busca-se compreender o impacto da IA na evolução da robótica móvel, bem como identificar tendências emergentes e oportunidades para avanços futuros.

1.2 Objetivo

Investigar como a integração entre Inteligência Artificial (IA) e Robótica tem impulsionado o desenvolvimento de sistemas autônomos, analisando avanços tecnológicos, desafios enfrentados e aplicações práticas em diferentes setores, dentre eles, os objetivos específicos são:

- Contextualizar historicamente a evolução da robótica e da IA, destacando marcos desde os primeiros autômatos de Leonardo da Vinci até os sistemas inteligentes contemporâneos.
- Analisar os principais avanços tecnológicos na aplicação da IA em robôs, incluindo aprendizado de máquina, visão computacional, planejamento autônomo e interação humano-robô.
- Investigar aplicações concretas da integração entre IA e robótica, como robôs cirúrgicos, veículos autônomos, robôs industriais e assistivos.
- Avaliar tendências futuras e oportunidades de pesquisa, considerando novos paradigmas no desenvolvimento de robôs inteligentes e suas possíveis implICAções para a sociedade e o mercado.

1.3 Justificativa

A robótica móvel e a inteligência artificial (IA) vêm se consolidando como áreas fundamentais para o avanço tecnológico em diversos setores, como indústria, saúde, transportes e exploração espacial. O crescente desenvolvimento dessas

tecnologias tem impulsionado a criação de sistemas autônomos cada vez mais eficientes, inteligentes e adaptáveis. No entanto, apesar dos avanços, ainda existem desafios técnicos e teóricos que precisam ser superados, como a otimização da navegação autônoma, o aprimoramento da percepção computacional e a segurança na interação entre humanos e robôs. Dessa forma, a presente pesquisa se justifica pela necessidade de compreender o estado da arte dessas tecnologias, analisando os avanços recentes, as aplicações práticas e as tendências para o futuro.

Além da relevância científica e tecnológica do tema, a realização deste estudo também se justifica no contexto acadêmico da disciplina de Metodologia de Pesquisa. Este artigo representa o trabalho final da matéria e sua elaboração segue as diretrizes exigidas para o desenvolvimento de um estudo científico bem estruturado. A conclusão deste trabalho é essencial para a aprovação na disciplina e para a consolidação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso sobre técnicas de pesquisa, organização de informações e produção acadêmica.

Dessa forma, esta pesquisa cumpre um duplo papel: contribuir para a compreensão e disseminação do conhecimento sobre a robótica móvel e a inteligência artificial, além de atender às exigências acadêmicas da disciplina de Metodologia de Pesquisa, permitindo que os autores desenvolvam habilidades essenciais para a construção de trabalhos científicos no decorrer de sua formação.

1.4 Revisão da literatura

A robótica móvel tem avançado de forma notável desde a criação dos primeiros sistemas autônomos no século XX. O desenvolvimento do robô Shakey, pelo Stanford Research Institute na década de 1960, foi um marco importante na área, sendo considerado o primeiro robô móvel com capacidade de percepção e tomada de decisão autônoma com base em sensores Murphy (2019). A partir dessa inovação, o campo da robótica móvel viu progressos significativos nas décadas seguintes, com avanços no controle de movimento, percepção computacional e no aprimoramento do hardware embarcado, o que permitiu que robôs móveis se adaptassem a tarefas cada vez mais complexas. Durante as décadas de 1980 e 1990, a criação de algoritmos probabilísticos trouxe melhorias na navegação autônoma, permitindo que os robôs lidassem de maneira mais eficaz com as incertezas presentes em seus

ambientes Thrun Wolfram Burgard (2005).

Nos anos 2000, a introdução do mapeamento e localização simultânea (SLAM) representou uma revolução para a robótica móvel, permitindo que os robôs construíssem mapas de ambientes desconhecidos enquanto se localizavam neles Thrun Wolfram Burgard (2005). Com isso, sensores mais sofisticados, como câmeras estéreo e LiDARs, aumentaram a precisão e a confiabilidade dos sistemas, tornando-os ainda mais versáteis. A inteligência artificial também passou a ter um papel fundamental nesse processo, com melhorias significativas no planejamento de trajetórias, na detecção de obstáculos e no aprendizado dos robôs Murphy (2019). Essas inovações impulsionaram a expansão da robótica móvel para áreas como veículos autônomos, exploração espacial e robôs assistivos.

A combinação entre inteligência artificial e robótica móvel tem sido um dos principais motores dessa evolução. Modelos probabilísticos têm permitido que os robôs tomem decisões mesmo em cenários de informações incompletas ou ruidosas, aumentando a autonomia e a capacidade de adaptação desses sistemas Thrun Wolfram Burgard (2005). Além disso, algoritmos de aprendizado de máquina têm sido amplamente aplicados para aprimorar a percepção e a tomada de decisões dos robôs, permitindo que eles realizem tarefas em ambientes dinâmicos e não estruturados Murphy (2019). Essa abordagem tem possibilitado a criação de sistemas mais eficientes e seguros, capazes de operar em diversos contextos, como ambientes urbanos, industriais e até mesmo em condições extremas, como missões espaciais.

Atualmente, a robótica móvel continua a evoluir rapidamente, impulsionada pelo aprimoramento das técnicas de inteligência artificial e pelo avanço de sensores de maior precisão. A combinação de abordagens probabilísticas e aprendizado de máquina tem permitido progressos significativos na autonomia dos robôs, que estão cada vez mais presentes em uma gama diversificada de aplicações cotidianas Murphy (2019). No entanto, desafios como a eficiência computacional, a segurança e a integração com ambientes reais ainda representam obstáculos a serem superados. Com o desenvolvimento contínuo de novas tecnologias, é esperado que a robótica móvel desempenhe um papel ainda mais relevante na sociedade, trazendo soluções inovadoras para problemas complexos e expandindo suas aplicações em

diferentes setores Thrun Wolfram Burgard (2005).

1.5 Fundamentação teórica

A robótica móvel e a inteligência artificial (IA) estão entre os campos de pesquisa mais dinâmicos e inovadores da atualidade, impulsionando a criação de sistemas autônomos cada vez mais sofisticados e eficientes. A fusão dessas áreas tem permitido avanços significativos em percepção, tomada de decisão e interação homem-máquina, tornando os robôs capazes de operar em ambientes dinâmicos e desafiadores Murphy (2019)

A inteligência artificial, como campo de estudo, pode ser dividida em sub-disciplinas como aprendizado de máquina, redes neurais artificiais, visão computacional e planejamento autônomo. No contexto da robótica móvel, essas tecnologias têm permitido que os robôs adquiram maior autonomia por meio de algoritmos que melhoraram a capacidade de navegação e interação com o ambiente Thrun Wolfram Burgard (2005).

Os avanços na navegação robótica, impulsionados por abordagens probabilísticas e aprendizado por reforço, possibilitaram a criação de robôs que podem operar em espaços desconhecidos, ajustando sua trajetória com base em informações obtidas de sensores como LiDARs e câmeras RGB-D. Modelos como o SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) são essenciais para que robôs possam mapear e se localizar em ambientes não estruturados, aumentando a eficiência operacional e reduzindo os riscos de colisão Siciliano e Khatib (2016).

O aprendizado profundo tem desempenhado um papel fundamental na melhoria da percepção robótica, permitindo a classificação e reconhecimento de objetos em tempo real. Redes neurais convolucionais (CNNs) têm sido amplamente utilizadas para aprimorar a visão computacional dos robôs, permitindo que eles identifiquem e interajam com elementos do ambiente com precisão cada vez maior LeCun, Bengio e Hinton (2015).

No entanto, apesar dos avanços, desafios significativos permanecem, incluindo a necessidade de maior eficiência energética, desenvolvimento de algoritmos mais robustos e a criação de diretrizes regulatórias que garantam a segurança e ética no uso dessas tecnologias. A crescente preocupação com a interação segura

entre humanos e robôs também tem motivado pesquisas em áreas como controle de movimento preditivo e análise de comportamento humano para evitar situações de risco Siciliano e Khatib (2016).

Dessa forma, a fundamentação teórica deste estudo se baseia em conceitos-chave da robótica móvel e da IA, explorando como a integração dessas tecnologias tem impulsionado o desenvolvimento de sistemas autônomos inteligentes. A compreensão dos avanços, desafios e tendências futuras permite não apenas avaliar o estado atual da área, mas também propor soluções para suas limitações.

1.6 Metodologia

Esta pesquisa segue uma abordagem de análise do estado da arte, investigando a evolução e as tendências da robótica móvel e da inteligência artificial (IA). Para isso, foram consultadas fontes acadêmicas confiáveis, incluindo artigos científicos e trabalhos acadêmicos disponíveis em repositórios institucionais e bases de dados reconhecidas. O levantamento bibliográfico teve como objetivo identificar os principais avanços tecnológicos, desafios e aplicações práticas na interação entre IA e robótica móvel.

Foram analisados quatro artigos científicos provenientes de repositórios acadêmicos de instituições reconhecidas, sendo eles o repositório da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), o repositório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), o repositório do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e um artigo disponível no arXiv sobre robótica e IA. As buscas foram realizadas utilizando palavras-chave previamente definidas com base na literatura existente. Os termos utilizados foram "robótica móvel", "inteligência artificial aplicada à robótica", "navegação autônoma", "aprendizado de máquina para robôs" e "percepção e controle em robótica móvel", sendo os artigos: Sousa, Oliveira e Praça (2021), Baumann (2021), Nascimento (2019), Silva (2025).

Para garantir a relevância e qualidade das fontes analisadas, foram adotados critérios de inclusão que consideram artigos publicados entre 2018 e 2024 para garantir atualidade, estudos provenientes de repositórios acadêmicos reconhecidos, trabalhos que abordam interação entre IA e robótica móvel, incluindo aplicações, desafios e avanços tecnológicos, e artigos que utilizam experimentação ou revisão

teórica detalhada sobre robótica móvel e IA. Foram excluídos da análise artigos de opinião, trabalhos que tratam apenas de IA sem relação com robótica móvel, pesquisas voltadas exclusivamente para robótica industrial fixa sem enfoque em sistemas móveis e documentos técnicos sem fundamentação teórica ou científica clara.

Os artigos selecionados foram analisados por meio de leitura exploratória e categorização temática, agrupando-se as principais contribuições em eixos como avanços tecnológicos, desafios enfrentados e aplicações emergentes. A partir dessa análise, buscou-se identificar lacunas no conhecimento atual e sugerir possíveis direções para pesquisas futuras.

2 RESULTADOS

Com base na revisão da literatura e na fundamentação teórica apresentada, espera-se mapear as inovações mais relevantes na aplicação da IA em robótica móvel, incluindo novos algoritmos de aprendizado de máquina, métodos avançados de percepção computacional e aprimoramentos na autonomia dos robôs. Pretende-se identificar as principais limitações técnicas e teóricas na implementação da IA em robótica móvel, incluindo questões como capacidade computacional, eficiência energética, segurança e regulamentação. Além disso, busca-se compreender o impacto da robótica inteligente em diferentes setores, como indústria, saúde, transportes e assistência social, destacando casos reais onde essas tecnologias já estão sendo implementadas com sucesso. Por fim, pretende-se apontar direções para futuras pesquisas, considerando o potencial impacto da robótica móvel e da IA em longo prazo e sugerindo possíveis soluções para os desafios identificados.

REFERÊNCIAS

- BAUMANN, A. **Controle Inteligente para um Robô Móvel**. Tese (Doutorado) — Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/3410>>.
- LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. Deep learning. **Nature**, v. 521, n. 7553, p. 436–444, 2015.
- MURPHY, R. R. **Introduction to AI Robotics**. [S.I.]: MIT Press, 2019. ISBN 978-0-262-53618-7.
- NASCIMENTO, R. L. do. **Estudo e Desenvolvimento de um Sistema de Controle de Locomoção Robótica Baseado em Redes Neurais Artificiais**. Tese (Doutorado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 2019. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15802>>.
- SICILIANO, B.; KHATIB, O. **Springer Handbook of Robotics**. [S.I.]: Springer, 2016. ISBN 978-3-319-32552-1.
- SILVA, T. A. da. **Detecção e Localização de Robôs Móveis em Espaços Inteligentes Utilizando Redes Neurais Artificiais**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 2025. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/48351>>.
- SOUSA, N.; OLIVEIRA, N.; PRAÇA, I. A multi-agent system for autonomous mobile robot coordination. **arXiv**, v. 2109.12386v1, 2021. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2109.12386>>.
- THRUN WOLFRAM BURGARD, D. F. S. **Probabilistic Robotics**. [S.I.]: MIT Press, 2005. ISBN 978-0-262-20162-6.