

ROBÓTICA COGNITIVA: A MENTE POR TRÁS DA MÁQUINA

Data de aceite: 02/10/2023

Márcio Mendonça

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
PPGEM-CP - Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica PP/
CP
Cornélio Procópio - PR
<http://lattes.cnpq.br/5415046018018708>

Vicente de Lima Gongora

Faculdade da Industria Senai
Londrina - PR
<http://lattes.cnpq.br/6784595388183195>

Miguel Angel Chincaro Bernuy

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Departamento de Engenharia Elétrica –
Daele
Cornélio Procópio - PR

Luiz Francisco Sanches Buzachero

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Departamento de Engenharia Elétrica –
Daele
Cornélio Procópio - PR
<http://lattes.cnpq.br/1747856636744006>

Rodrigo Rodrigues Sumar

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Departamento de Engenharia Elétrica –

Daele

Cornélio Procópio - PR
<http://lattes.cnpq.br/1461760661483683>

Kazuyochi Ota Junior

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Mestre - PPGEM-CP - Programa de Pós-
Graduação Multicampi em Eng Mecânica
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/3845751794448092>

Janaína Fracaro de Souza Gonçalves

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
PPGEM-CP - Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica PP/
CP
Cornélio Procópio - PR
<http://lattes.cnpq.br/1857241899832038>

Vidian Cristina de Lara dos Santos

Uningá
Maringá -PR
<http://lattes.cnpq.br/3966105552045191>

Edinei Aparecido Furquim dos Santos

Governo do Paraná Secretaria de estado
da Fazenda
Maringá -Pr
<http://lattes.cnpq.br/8706436030621473>

Andre Luis Shiguemoto

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia Elétrica – Daele
Cornélio Procópio - Pr
<http://lattes.cnpq.br/924365653421182>

André Luiz Salvat Moscato

Instituto Federal do Paraná, Campus Jacarezinho
Jacarezinho - Pr
<http://lattes.cnpq.br/1744149363927228>

Ricardo Breganon

Instituto Federal do Paraná, Campus Jacarezinho
Jacarezinho - Pr
<http://lattes.cnpq.br/2441043775335349>

Fabio Rodrigo Milanez

Faculdade da Industria Senai
Londrina - PR
<http://lattes.cnpq.br/3808981195212391>

Marcos Antônio de Matos Laia

Universidade Federal de São Joao Del Rei
Departamento De Ciência Da Computação – UFSJ
Minas Gerais - MG
<http://lattes.cnpq.br/7114274011978868>

Gabriel Henrique Oliveira Uliam

Egresso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio - Pr
<http://lattes.cnpq.br/9917773125320806>

Marcos Banheti Rabello Vallim

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia Elétrica – Daele
Cornélio Procópio - Pr
<http://lattes.cnpq.br/2326190172340055>

Angelo Feracin Neto

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia Elétrica – Daele
Cornélio Procópio - Pr
<http://lattes.cnpq.br/0580089660443472>

RESUMO: A robótica cognitiva é uma síntese impressionante da robótica avançada e da inteligência artificial, culminando em máquinas que vão além da simples execução de tarefas.

Estas máquinas são agora capazes de pensar, aprender e adaptar-se dinamicamente ao ambiente que as rodeia. Originando-se de avanços significativos tanto na tecnologia quanto em pesquisas intensivas de inteligência artificial, essa evolução da robótica está moldando e transformando uma variedade de setores, desde o educacional até o médico. Continuando, este artigo proporcionará uma conclusão abrangente sobre o tema e, além disso, apontará possíveis direções para futuras investigações e desenvolvimentos na área.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas Computacionais Inteligentes, Robótica Cognitiva, Robótica. Teoria de Agentes.

COGNITIVE ROBOTICS: THE MIND BEHIND THE MACHINE

ABSTRACT: Cognitive robotics is an impressive synthesis of advanced robotics and artificial intelligence, culminating in machines that go beyond mere task execution. These machines are now capable of thinking, learning, and dynamically adapting to the environment that surrounds them. Stemming from significant advancements in both technology and intensive artificial intelligence research, this evolution of robotics is shaping and transforming a range of sectors, from education to medicine. Moving forward, this article will provide a comprehensive conclusion on the topic and, furthermore, will point to potential directions for future investigations and developments in the field.

KEYWORDS: Intelligent Computational Systems, Cognitive Robotics, Robotics. Agent Theory.

INTRODUÇÃO

O objetivo desse artigo é fundamentar e instanciar por meio de alguns exemplos a robótica cognitiva, a qual é um campo de pesquisa que busca desenvolver robôs capazes de realizar tarefas no mundo real de forma autônoma e inteligente, usando os mesmos princípios e algoritmos que os humanos usam para aprender e resolver problemas.

Para isso, os robôs cognitivos devem ser capazes de: perceber o mundo ao seu redor, usando sensores como câmeras, radares e sonares; entender o significado da informação que percebem, usando técnicas de inteligência artificial;

Tomar decisões e agir de forma a alcançar seus objetivos.

A robótica cognitiva é uma área de pesquisa ativa, com muitos desafios a serem superados. No entanto, ela tem o potencial de revolucionar a forma como interagimos com os robôs, tornando-os mais úteis, flexíveis e seguros.

A motivação dessa investigação científica, corrobora com o sonho de criar máquinas que podem imitar e até superar as habilidades humanas é tão antigo quanto a própria história da invenção. Com o nascimento da robótica cognitiva, estamos um passo mais perto de tornar esse sonho uma realidade.

Robótica cognitiva é a área da robótica que se dedica a desenvolver robôs com comportamento inteligente, capazes de aprender e raciocinar sobre como agir diante de objetivos complexos e ambientes desafiadores. Esses robôs usam uma linguagem de programação baseada em lógica para especificar o seu programa de controle, o que

permite verificar e simular as suas propriedades e ações. Além disso, esses robôs podem interagir com o mundo físico (ou virtual) de forma autônoma e adaptativa, usando sensores e atuadores. A robótica cognitiva envolve diversas técnicas de inteligência artificial, como planejamento, execução, raciocínio, aprendizado, percepção e comunicação.

A robótica cognitiva tem diversas aplicações potenciais, como robôs assistentes, educacionais, sociais, industriais, militares, médicos, entre outras. Alguns exemplos de projetos de robótica cognitiva são:

O robô Kismet, desenvolvido no MIT, que é capaz de expressar emoções e interagir socialmente com humanos (BROOKS et al., 1999). A Figura 1 mostra o robô Kismet.

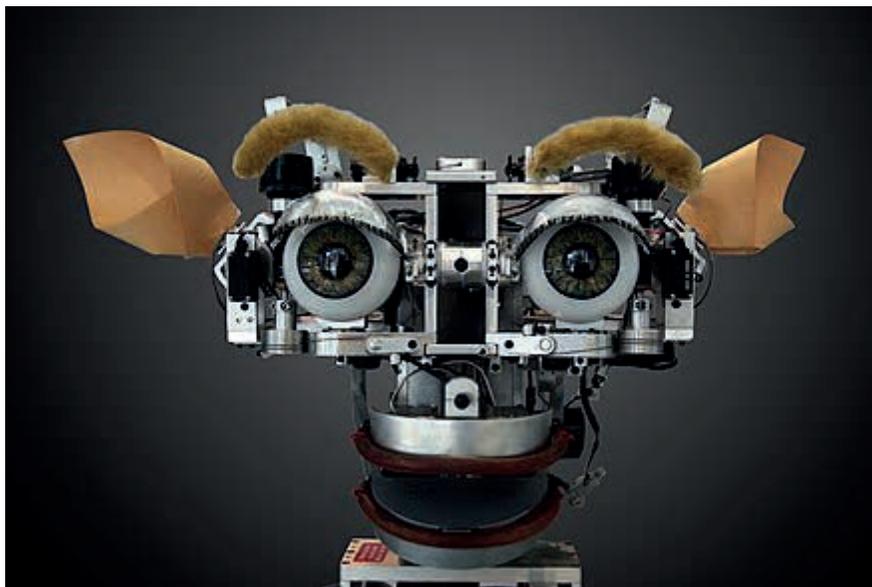


Figura 1– Robô Kismet

O robô denominado *Cobot*, uma notável inovação oriunda da renomada *Carnegie Mellon University*, representa um avanço significativo no campo da robótica autônoma. Este robô, com sua capacidade de navegar de forma independente por edifícios complexos, incorpora uma habilidade distinta de interagir com humanos, especialmente quando se depara com obstáculos ou situações em que sua programação inicial não consegue lidar. Ao invés de simplesmente falhar ou ficar paralisado, o *Cobot* busca assistência humana, demonstrando uma simbiose entre máquinas e seres humanos, onde ambos podem colaborar para alcançar um objetivo comum.

Essa capacidade de realizar tarefas solicitadas, combinada com sua interatividade proativa, coloca o *Cobot* à vanguarda dos sistemas robóticos adaptativos. A pesquisa sobre o *Cobot*, conforme citado por HUANG em 2020, destaca a contínua evolução da inteligência artificial e da robótica, mostrando um futuro em que humanos e robôs podem trabalhar lado

a lado de maneira mais harmoniosa e eficiente.



Figura 2– Exemplo de Robô Colaborativo (COBOT)

ASIMO é um robô humanoide desenvolvido pela Honda desde 1999. Seu nome é uma abreviação de “*Advanced Step in Innovative Mobility*”. ASIMO é considerado um dos robôs humanoides mais avançados do mundo, e tem sido usado pela Honda para demonstrar as últimas tecnologias em robótica.

ASIMO tem 130 cm de altura e pesa 54 kg. Ele tem 26 graus de liberdade, o que lhe permite realizar movimentos complexos, como andar, correr, subir escadas e pegar objetos. ASIMO também é capaz de se comunicar com os humanos, usando uma combinação de fala e linguagem corporal.

A Honda tem usado ASIMO para uma variedade de propósitos, incluindo pesquisa, desenvolvimento e demonstração. ASIMO já foi usado em uma variedade de aplicações, incluindo:

- Realização de demonstrações em eventos públicos
- Ajuda a pessoas com deficiência
- Pesquisa de robótica

Em 2018, a Honda anunciou que estava encerrando o desenvolvimento comercial de ASIMO. No entanto, o robô continuará a ser desenvolvido como uma plataforma de pesquisa e fará aparições públicas.

A Figura 3 mostra o ASIMO, que é um exemplo notável do progresso que tem sido feito na robótica nos últimos anos. Ele é um robô sofisticado que pode realizar uma

variedade de tarefas, e é um símbolo da visão da Honda de um futuro em que os robôs coexistem com os humanos.



Figura 3– Robô Humanoide Asimo-Honda

O robô Pepper, desenvolvido pela SoftBank Robotics, que é capaz de reconhecer rostos, vozes e emoções humanas, conversar em vários idiomas e oferecer serviços personalizados.

Pepper, como mostra a Figura 4, é um robô semi-humanóide fabricado pela *SoftBank Robotics* (anteriormente *Aldebaran Robotics*), projetado com a capacidade de ler emoções. Foi apresentado em uma conferência em 5 de junho de 2014, e foi exibido nas lojas de telefonia móvel da SoftBank no Japão a partir do dia seguinte. A habilidade do Pepper de reconhecer emoções baseia-se na detecção e análise de expressões faciais e tons de voz.

(Segundo KIM et al, 2018) a produção do Pepper foi pausada em junho de 2021, devido à baixa demanda.

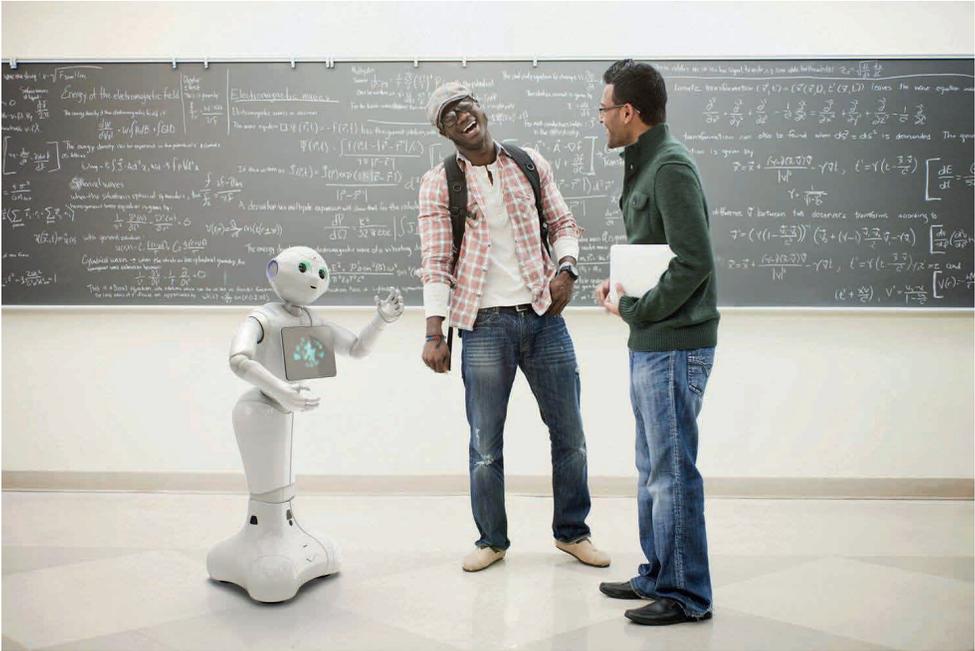


Figura 4– Robô Humanoide PEPPER

Segundo a NASA (2023), o robô Valkyrie, como mostra a figura 5 também conhecido como R5, foi desenvolvido pela NASA com o objetivo principal de auxiliar em missões de exploração espacial, especialmente em ambientes hostis como o de Marte. Ele também foi idealizado para realizar tarefas de resgate em situações em que seria perigoso ou inviável para humanos atuarem. Aqui estão algumas características e informações sobre o Valkyrie:

Design Humanóide: O Valkyrie tem uma aparência humanóide, o que significa que ele tem dois braços, duas pernas, um tronco e uma cabeça, tornando-o mais adaptável a ambientes projetados para humanos.

- **Altura e Peso:** Com cerca de 1,8 metro de altura e pesando aproximadamente 125 kg, o Valkyrie é robusto e estável.
- **Mobilidade:** Ele é equipado com uma variedade de articulações que lhe permitem caminhar, agachar-se, e manipular objetos com precisão. Seus pés contêm seis sensores de força/torque para ajudar no equilíbrio.
- **Visão:** O robô possui uma série de câmeras de alta resolução e sensores LIDAR em sua cabeça para navegação e reconhecimento do ambiente.
- **Tarefas:** O Valkyrie pode realizar uma variedade de tarefas, desde operar ferramentas até dirigir veículos, tudo isso através de comandos ou programação.
- **Desafio:** A NASA usou o robô Valkyrie em competições e desafios para incentivar equipes de pesquisa em todo o mundo a desenvolver e avançar as capaci-

dades de robôs humanóides.



Figura 5– Robô Humanoide valkyrie nasa

Objetivo Futuro: O intuito da NASA com o desenvolvimento de robôs como o Valkyrie é garantir que, antes de os humanos chegarem a lugares como Marte, robôs humanóides possam ser enviados para preparar o terreno, configurar habitats e realizar tarefas básicas de manutenção.

O Valkyrie, como mostra a Figura 5, representa um avanço significativo na robótica humanóide e demonstra o potencial que esses robôs têm na assistência e colaboração com humanos em ambientes extremos e desafiadores.

Esse trabalho está dividido da seguinte maneira. Na seção 2 uma fundamentação será apresentada para melhor entendimento da proposta desse artigo. Já a Seção 3 aborda sobre arquitetura de subsunção e agentes autônomos. A seção 4 discorre de forma breve o cenário mundial. E, finalmente a seção 5 conclui e endereça futuros trabalhos.

FUNDAMENTAÇÃO

De acordo com Brooks (1986), a arquitetura de subsunção é uma arquitetura de controle para agentes inteligentes, proposta por Rodney Brooks em 1986. É uma abordagem *bottom-up* para a inteligência artificial, que consiste em um conjunto de módulos autônomos, cada um responsável por uma tarefa específica. Os módulos são organizados em uma hierarquia, com os módulos mais básicos no topo e os módulos mais complexos na base.

A arquitetura de subsunção funciona da seguinte forma: os módulos no topo da hierarquia monitoram o ambiente e detectam quaisquer eventos ou condições que possam afetar o comportamento do agente. Se um evento ou condição for detectado, o módulo

responsável por ele é ativado. O módulo então seleciona uma ação para lidar com o evento ou condição.

As ações selecionadas pelos módulos são então transmitidas para os módulos mais baixos na hierarquia, que são responsáveis por executá-las. Os módulos mais baixos podem, por sua vez, ativar outros módulos, se necessário.

A arquitetura de subsunção tem uma série de vantagens sobre as abordagens tradicionais de IA. Ela é muito robusta e tolerante a falhas, pois os módulos podem falhar sem afetar o comportamento geral do agente. Também é muito adaptável, pois os módulos podem ser facilmente modificados ou adicionados para atender a novas necessidades.

A arquitetura de subsunção foi usada com sucesso em uma variedade de aplicações, incluindo robótica, controle de processos industriais e sistemas de segurança (NILSON, 1994).

Após o desenvolvimento da arquitetura de subsunção, precursora para desenvolvimento de arquiteturas mais completas, houve uma significativa evolução na teoria de agentes ou robôs autônomos, com alguns exemplos instanciados desde o Kismet, comportamento robótico até o Valkirie da Nasa com apelo para exploração espacial.

A teoria de agentes autônomos é um ramo da inteligência artificial que se concentra no desenvolvimento de sistemas capazes de agir de forma independente e autônoma em ambientes complexos. Esses sistemas são chamados de agentes autônomos.

Um agente autônomo é um sistema que pode perceber seu ambiente, tomar decisões e agir de forma independente. Ele pode ser físico, como um robô, ou virtual, como um software.

Os agentes autônomos são projetados para realizar tarefas específicas em ambientes complexos. Eles podem ser usados em uma variedade de aplicações, incluindo:

Robótica: agentes autônomos são usados para controlar robôs em ambientes industriais, militares e domésticos.

Processamento de linguagem natural: agentes autônomos são usados para entender e responder à linguagem humana.

Aprendizado de máquina: agentes autônomos são usados para aprender e se adaptar a ambientes dinâmicos.

Jogos: agentes autônomos são usados para criar oponentes inteligentes em jogos eletrônicos.

Alguns exemplos de agentes autônomos incluem:

Robôs industriais que são capazes de se movimentar e manipular objetos de forma independente.

Assistentes de voz que são capazes de entender e responder aos comandos humanos.

Sistemas de recomendação que são capazes de sugerir produtos ou serviços relevantes para os usuários.

Sistemas de controle de tráfego que são capazes de gerenciar o tráfego de veículos de forma eficiente.

De acordo com Russell e Norvig (2010), a teoria de agentes autônomos é um campo de pesquisa ativo com um grande potencial de aplicações. À medida que a tecnologia continua a avançar, podemos esperar ver agentes autônomos sendo usados em uma variedade de aplicações ainda mais sofisticadas.

Aqui estão alguns exemplos de como os agentes autônomos estão sendo usados hoje:

Robôs autônomos estão sendo usados para realizar tarefas perigosas ou repetitivas em indústrias como a manufatura e a mineração. Por exemplo, robôs autônomos são usados para soldar, pintar e montar peças de automóveis em fábricas. Eles também são usados para explorar cavernas e minas em busca de recursos (BROOKS, 1991).

Agentes autônomos estão sendo usados para fornecer atendimento ao cliente e suporte técnico. Por exemplo, agentes autônomos podem responder a perguntas de clientes sobre produtos ou serviços, ou podem solucionar problemas técnicos.

Agentes autônomos estão sendo usados para controlar drones e outros veículos aéreos não tripulados. Drones autônomos estão sendo usados para uma variedade de aplicações, incluindo vigilância, entrega de mercadorias e até mesmo recreação.

De um modo específico, o aprendizado de máquinas, como por exemplo o aprendizado por reforço (SUTTON e BARTO, 2018), entre outras técnicas computacionais inteligentes são empregadas nesses robôs com alto nível de complexidade e sofisticação, ressalta-se que não é escopo dessa investigação científica.

À medida que a tecnologia continua a avançar, podemos esperar ver agentes autônomos sendo usados em uma variedade de aplicações ainda mais sofisticadas. Por exemplo, agentes autônomos podem ser usados para dirigir carros, operar hospitais e até mesmo cuidar de idosos.

DESENVOLVIMENTO MUNDIAL:

A incessante marcha da robótica na história tem suas raízes profundamente ancoradas no impulso humano de simplificar e automatizar tarefas laboriosas. Esta visão, que começou com máquinas simples, foi transformada radicalmente com os impressionantes avanços em computação e inteligência artificial. Esta convergência de tecnologias deu origem ao fascinante campo da robótica cognitiva.

Grandes instituições acadêmicas, como o Instituto de Tecnologia de *Massachusetts* (MIT) e a *Carnegie Mellon University*, têm desempenhado um papel protagonista nessa revolução. Elas estão não apenas moldando, mas também liderando o caminho, projetando robôs que vão além da mera execução de tarefas. Estes robôs agora possuem a surpreendente capacidade de processar informações, “pensar” de maneira autônoma e

adaptar-se através da aprendizagem.

Um exemplo notável disso é o Pepper, uma inovação da *SoftBank Robotics*. Este robô não é apenas uma maravilha mecânica, mas também uma centelha da evolução cognitiva. Ele não só se comunica em várias línguas, mas também possui a capacidade distintiva de reconhecer e responder adequadamente às emoções humanas. Tal interação emocional é uma prova irrefutável do progresso que fizemos.

À medida que avançamos, é evidente que os robôs não são mais meros utensílios ou ferramentas. Eles estão se tornando entidades que coexistem conosco, moldando e sendo moldados pela complexa tapeçaria da sociedade humana. Estamos testemunhando não apenas uma evolução tecnológica, mas uma transformação socioeconômica e cultural.

CONCLUSÃO

A robótica cognitiva representa uma evolução extraordinária na junção da mecânica com a inteligência artificial. Mais do que uma simples fusão dessas duas disciplinas, ela reflete a capacidade quase ilimitada do ser humano de inovar e repensar os limites do que é tecnologicamente possível. Ao olhar para o horizonte da robótica, não vislumbramos apenas máquinas sofisticadas e eficientes, mas verdadeiros companheiros cognitivos. Estes robôs do futuro não serão meras ferramentas ou extensões mecanizadas de tarefas humanas. Em vez disso, serão entidades autônomas, capazes de compreender o contexto em que estão inseridos, aprender a partir de suas experiências e se adaptar proativamente ao ambiente dinâmico e em constante mudança em que coexistimos. A era da robótica cognitiva sinaliza um futuro em que a colaboração homem-máquina alcançará níveis de sinergia e complementaridade nunca imaginados

Trabalhos Futuros endereçam O potencial da robótica cognitiva está apenas começando a ser desvendado. Com avanços em áreas como aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural e visão computacional, os robôs cognitivos do futuro poderão atuar como assistentes pessoais, médicos, professores e muito mais. Há também uma necessidade contínua de abordar questões éticas associadas ao desenvolvimento e à integração dessas máquinas em nossa sociedade. Como lidar com questões de privacidade, responsabilidade e direitos? Essas são algumas das áreas que precisarão de pesquisa e discussão contínuas à medida que a robótica cognitiva continua a se desenvolver.

REFERÊNCIAS

ARKIN, R. C. Behavior-based robotics. MIT Press, 1998.

KIM, Chang-Hwan; KIM, Hyun-Joon; KIM, Jung-Hyun; PARK, Young-Soo. A Survey on the Pepper Robot. *International Journal of Social Robotics*, 2018.

BROOKS, R. A.; BREAZEAL, C.; MARJANOVIĆ, M.; SCASELLATI, B.; WILLIAMSON, M. M. The cog project: building a humanoid robot. Springer-Verlag, p. 52-87, 1 jan. 1999. ISBN: 3540659595.

BROOKS, R. A. Um sistema de controle em camadas robusto para um robô móvel. *IEEE Journal of Robotics and Automation*, v. 2, n. 1, p. 14-23, 1986.

BROOKS, R. A. Inteligência sem representação. *Artificial Intelligence*, v. 47, n. 1-3, p. 139-159, 1991.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. Disponível em: <https://www.nasa.gov>.

NILSSON, N. J. Inteligência artificial: uma abordagem moderna. Prentice Hall, 1994.

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. Inteligência artificial: uma abordagem moderna. 3. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2010.

SUTTON, R. S.; BARTO, A. G. Reinforcement learning: uma introdução. 2. ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2018.