

# FORMALISMO DE CIDADES INTELIGENTES COM UMA INSTANCIACÃO EMPREGANDO ROBÓTICA COMO AVANÇO TECNOLÓGICO

*Data de aceite: 02/05/2023*

### **Márcio Mendonça**

Departamento Acadêmico de Engenharia  
Elétrica (DAELE)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/5415046018018708>

### **Emanuel Ignacio Garcia**

Acadêmico do Departamento Acadêmico  
de Engenharia Elétrica (DAELE)  
Departamento Acadêmico de Engenharia  
Elétrica (DAELE)  
<http://lattes.cnpq.br/8501809850590859>  
Cornélio Procópio – PR

### **Fabio Rodrigo Milanez**

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

### **Matheus Gil Bovolenta**

Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná  
Acadêmico do Departamento Acadêmico  
de Engenharia Elétrica (DAELE)  
<http://lattes.cnpq.br/7114274011978868>  
Cornélio Procópio – PR

### **Rodrigo Rodrigues Sumar**

Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná  
Departamento Elétrica (DAELE)  
<http://lattes.cnpq.br/1461760661483683>  
Cornélio Procópio – PR

### **André Luis Shiguemoto**

Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná  
Departamento Elétrica (DAELE)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/9243656534211182>

### **Vicente de Lima Gongora**

Faculdade da Industria Senai  
<http://lattes.cnpq.br/6169590836932698>  
Londrina-PR

### **Marcio Aurélio Furtado Montezuma**

Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná –  
Departamento Engenharia Mecânica  
(DAMEC)  
<http://lattes.cnpq.br/2487283169795744>  
Cornélio Procópio – PR

### **Janaína Fracaro de Souza Gonçalves**

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

### **Francisco de Assis Scannavino Junior**

Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná  
Departamento Elétrica (DAELE)  
<http://lattes.cnpq.br/4513330681918118>

**Wesley Candido da Silva**

Faculdade da Industria Senai

Londrina-PR

<http://lattes.cnpq.br/3173604840977810>

**Carlos Alberto Paschoalino**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Departamento Elétrica (DAELE)

<http://lattes.cnpq.br/0419549172660666>

**Emerson Ravazzi Pires da Silva**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Departamento Elétrica (DAELE)

<http://lattes.cnpq.br/3845751794448092>

**Kleber Romero Felizardo**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Departamento Elétrica (DAELE)

<http://lattes.cnpq.br/6914500968214052>

**RESUMO:** A robótica é uma das tecnologias mais relevantes e inovadoras no contexto das cidades inteligentes. Ela tem um papel fundamental na otimização de diversos setores, como transporte, logística, manufatura, saúde e segurança pública. Com o uso de robôs e sistemas autônomos, é possível melhorar a eficiência e a qualidade dos serviços prestados à população. Por exemplo, robôs autônomos podem ser utilizados para a coleta de lixo, limpeza urbana, manutenção de estradas e pontes, além de apoiar em operações de resgate em caso de desastres naturais. Além disso, os robôs também podem ser usados em hospitais, laboratórios e farmácias para a automação de processos e serviços. Outro exemplo é o uso de drones na segurança pública, onde eles podem ser utilizados para patrulhamento de áreas de difícil acesso, monitoramento de multidões em eventos públicos, além de apoiar no combate ao crime e na fiscalização de trânsito. Em suma, a robótica é uma das tecnologias chave das cidades inteligentes, ajudando a tornar as cidades mais eficientes, sustentáveis e seguras para seus habitantes. Seu uso é fundamental para atender às demandas cada vez mais complexas dos centros urbanos, tornando a vida nas cidades mais confortável e segura. Esse trabalho se encerra com uma conclusão e sugestão para futuros trabalhos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aplicações tecnológicas em meio social; Robótica assistiva; Robótica autônoma, cidades inteligentes.

## FORMALISM OF SMART CITIES WITH AN INSTANTIATION EMPLOYING ROBOTICS AS TECHNOLOGICAL ADVANCE

**ABSTRACT:** Robotics is one of the most relevant and innovative technologies in the context of smart cities. It plays a fundamental role in optimizing various sectors such as transportation, logistics, manufacturing, healthcare, and public safety. With the use of robots and autonomous systems, it is possible to improve the efficiency and quality of services provided

to the population. For example, autonomous robots can be used for waste collection, urban cleaning, road and bridge maintenance, as well as supporting rescue operations in natural disasters. Additionally, robots can also be used in hospitals, laboratories, and pharmacies for process and service automation. Another example is the use of drones in public safety, where they can be used for patrolling hard-to-reach areas, monitoring crowds at public events, as well as supporting crime prevention and traffic enforcement. In summary, robotics is one of the key technologies of smart cities, helping to make cities more efficient, sustainable, and safe for their inhabitants. Its use is essential to meet the increasingly complex demands of urban centers, making life in cities more comfortable and secure. This work concludes with a summary and suggestions for future work.

**KEYWORDS:** Technological applications in social environment; Service robotics; Autonomous robotics, smart cities.

## 1 | INTRODUÇÃO

As cidades inteligentes, também conhecidas como smart cities, são cidades que utilizam tecnologias avançadas para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, tornando-se mais eficientes, seguras e sustentáveis.

Essas tecnologias incluem sistemas de transporte inteligente, iluminação pública inteligente, gerenciamento de resíduos, monitoramento do tráfego, sensores para monitoramento de qualidade do ar e da água, entre outras.

O objetivo das cidades inteligentes é tornar as cidades mais eficientes em termos de uso de recursos, reduzir os custos operacionais e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. Isso é alcançado através da utilização de tecnologias que permitem a otimização dos recursos e a coleta de dados em tempo real, o que ajuda os gestores públicos a tomar decisões mais informadas.

Além disso, as cidades inteligentes podem melhorar a participação dos cidadãos no processo de tomada de decisão, fornecendo informações em tempo real sobre a qualidade do ar, do tráfego e outras questões importantes.

No entanto, é importante lembrar que a implementação de tecnologias em uma cidade inteligente requer investimentos significativos em infraestrutura e equipamentos, além de uma gestão eficiente e uma participação ativa da comunidade.

As cidades inteligentes são um conceito que tem se tornado cada vez mais relevante na atualidade. Com o crescimento acelerado das áreas urbanas e o aumento da demanda por serviços e infraestrutura, a implementação de soluções tecnológicas tem se mostrado uma opção cada vez mais necessária e eficaz.

O conceito de cidades inteligentes envolve a utilização de tecnologias avançadas para tornar as cidades mais eficientes, sustentáveis e humanas. Isso pode ser alcançado através da integração de diferentes sistemas e equipamentos, como sensores, câmeras, redes de comunicação e sistemas de análise de dados.

A história das cidades inteligentes remonta ao início do século XX, com o surgimento de conceitos como “cidades-jardins” e “cidades planejadas”. No entanto, foi a partir da década de 1990 que a ideia começou a se popularizar, com o advento da internet e da computação em nuvem.

Dentre as tecnologias e soluções mais utilizadas em cidades inteligentes, destacam-se:

**Sensores:** utilizados para monitorar o ambiente urbano e coletar informações sobre diversos aspectos, como trânsito, qualidade do ar, níveis de ruído, entre outros.

**Redes de comunicação:** permitem a conexão entre os diferentes dispositivos e sistemas utilizados em uma cidade inteligente, possibilitando o compartilhamento de informações e a tomada de decisões mais eficientes.

**Sistemas de análise de dados:** utilizados para processar as informações coletadas pelos sensores e outros dispositivos, permitindo a identificação de padrões e a geração de insights para a tomada de decisões.

**Soluções de mobilidade urbana:** incluem sistemas de transporte público, compartilhamento de carros e bicicletas, além de aplicativos e plataformas para facilitar a locomoção dos cidadãos.

**Sistemas de segurança:** envolvem a utilização de câmeras de vigilância, sistemas de reconhecimento facial e outras tecnologias para garantir a segurança da população.

Apesar dos benefícios que as cidades inteligentes podem trazer, também existem desafios e impactos negativos que precisam ser considerados. Dentre os principais desafios, destacam-se a necessidade de investimentos significativos em infraestrutura e tecnologia, além da importância de garantir a privacidade e segurança dos dados coletados.

Além disso, a implementação de soluções tecnológicas pode gerar impactos negativos, como o aumento da exclusão digital e a falta de consideração com aspectos sociais e culturais das comunidades locais.

Em suma, as cidades inteligentes são uma tendência cada vez mais presente em todo o mundo, com o objetivo de tornar as cidades mais eficientes e sustentáveis. Porém, é fundamental que essas soluções sejam implementadas de forma consciente e responsável, levando em conta as necessidades e particularidades de cada comunidade.

Algumas das principais revisões da área podem ser conferidas a seguir

As cidades inteligentes, ou smart cities, são uma das principais tendências do desenvolvimento urbano no século XXI. A literatura científica tem se dedicado a estudar o conceito de cidades inteligentes, a fim de identificar as características que as tornam inteligentes e as possíveis implicações para o planejamento urbano e a vida dos cidadãos.

Segundo Alawadhi e Dwivedi (2018), as pesquisas sobre cidades inteligentes têm se concentrado em temas como tecnologia, governança, sustentabilidade e participação cidadã. Esses autores destacam a necessidade de estudos mais aprofundados sobre os aspectos sociais, culturais e econômicos das cidades inteligentes.

Bibri e Krogstie (2017) realizaram uma extensa revisão de literatura interdisciplinar sobre cidades inteligentes sustentáveis do futuro, identificando a necessidade de integração de várias disciplinas para lidar com os desafios complexos dessas cidades. Eles destacam a importância de uma abordagem colaborativa e participativa para o desenvolvimento de cidades inteligentes.

Caragliu, Del Bo e Nijkamp (2011) analisaram o conceito de cidades inteligentes na Europa e identificaram uma série de iniciativas em diversas cidades europeias. Eles destacam que, embora haja diferenças nas abordagens e nas estratégias de implementação, há uma série de características comuns entre as cidades inteligentes.

Giffinger et al. (2007) desenvolveram um ranking das cidades europeias de médio porte com base em sua inteligência urbana. Eles identificaram uma série de dimensões que contribuem para a inteligência urbana, incluindo inovação, qualidade de vida, economia, governança, ambiente e conexões globais.

Nam e Pardo (2011) propõem uma abordagem conceitual para cidades inteligentes, que considera três dimensões: tecnologia, pessoas e instituições. Eles argumentam que a tecnologia é apenas uma parte da equação, e que é preciso levar em conta as necessidades e expectativas das pessoas e a capacidade das instituições para criar e implementar políticas públicas eficazes.

Neirotti et al. (2014) realizaram um estudo sobre as tendências atuais nas iniciativas de cidades inteligentes. Eles identificaram algumas características comuns entre as cidades inteligentes, como o uso intensivo de tecnologias da informação e comunicação, a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos e a busca por soluções sustentáveis.

Esses estudos e outros encontrados na literatura científica demonstram que as cidades inteligentes são um tema complexo e multifacetado, que envolve diversas dimensões e desafios. Para tornar as cidades inteligentes uma realidade, é preciso levar em conta as necessidades e expectativas dos cidadãos, bem como a integração entre as diversas áreas do conhecimento

A robótica surgiu como maneira de automatizar o trabalho humano perigoso e repetitivo presente nas fábricas através do uso de máquinas. Durante os últimos 70 anos, o estudo da robótica teve seu foco na busca pelas soluções técnicas das aplicações da robótica (E. Garcia *et al*, 2007). Com o passar do tempo, a modernização da sociedade trouxe uma nova demanda de serviços, com maior grau de autonomia e robustez, de forma que os robôs agora não são necessários apenas na indústria, mas também na prestação de serviços aos seres humanos. O avanço da robótica, nas suas mais diferentes áreas, acabou aproximando a mesma ao ser humano, através da robótica de serviços e de campo (E. Garcia *et al*, 2007).

Uma das áreas que contribui com desenvolvimento de cidades inteligentes e a robótica, que de acordo com supracitado, avança tecnológico.

Como ramo da ciência da computação, a Inteligência Artificial (IA) busca incutir em

dispositivos eletrônicos capacidades similares ao raciocínio humano, como a análise e a tomada de decisões. Em outras palavras, o objetivo da IA é imitar (talvez, até mesmo superar) a inteligência humana (MAJA J. MATARIC, 2008).

Diferentemente dos primeiros robôs desenvolvidos, utilizados para realizar operações repetitivas, a aplicação de robôs na medicina tem direta relação com o ser humano e tem proporcionado grandes benefícios aos seus pacientes. O uso de robôs em cirurgias possibilita maior precisão ao cirurgião que o opera, evitando movimentos bruscos, proporcionando menor evasão ao paciente, e servindo como uma extensão da limitação humana do cirurgião (A. M. OKAMURA, M. J. MATARIĆ and H. I. CHRISTENSEN, 2010).

Não só dentro das salas de cirurgias, o uso de robôs na medicina faz presente robôs enfermeiros, como no trabalho de J. Pineau *et al* (2003), onde um robô móvel foi desenvolvido para ajudar idosos portadores de pequenas limitações físicas e cognitivas, fornecendo informações e guiando os idosos, auxiliando ainda o trabalho dos enfermeiros.

A robótica móvel, por sua vez, teve início juntamente com a aplicação de robôs nas linhas de produção, sendo utilizados de maneira guiada para o transporte de objetos, através de trajetos pré-definidos dentro das fábricas. Atualmente, os robôs móveis atuam de maneira autônoma, não só dentro de fábricas, mas assim como em ambientes abertos, através da arquitetura: percepção, auto localização, planejamento de trajetória e execução do movimento (E. Garcia *et al*, 2007).

A motivação deste trabalho está formalizar as cidades inteligentes e instanciar uma aplicação tecnológica específica. A qual será realizar o desenvolvimento de um robô capaz de realizar o transporte de pequenas cargas, similares à pequenas malas de viagem, para pessoas acometidas por limitações físicas, como idosos e gestantes, por exemplo, poupando-os do esforço físico. Aplicações de robôs na área de robótica de serviços e robótica assistiva relacionam-se diretamente com este estudo.

Outra possível motivação desse trabalho está na ergonomia. A ergonomia ou engenharia humana é uma ciência relativamente recente que estuda as relações entre o homem e seu ambiente de trabalho e definida pela Organização Internacional do Trabalho - OIT como “A aplicação das ciências biológicas humanas em conjunto com os recursos e técnicas da engenharia para alcançar o ajustamento mútuo, ideal entre o homem e o seu trabalho, e cujos resultados se medem em termos de eficiência humana e bem-estar no trabalho”. Os riscos ergonômicos são os fatores que podem afetar a integridade física ou mental do trabalhador, proporcionando-lhe desconforto ou doença.

São considerados riscos ergonômicos: esforço físico, levantamento de peso, postura inadequada, controle rígido de produtividade, situação de estresse, trabalhos em período noturno, jornada de trabalho prolongada, monotonia e repetitividade, imposição de rotina intensa.

Os riscos ergonômicos podem gerar distúrbios psicológicos e fisiológicos e provocar sérios danos à saúde do trabalhador porque produzem alterações no organismo e estado

emocional, comprometendo sua produtividade, saúde e segurança, tais como: LER/DORT, cansaço físico, dores musculares, hipertensão arterial, alteração do sono, diabetes, doenças nervosas, taquicardia, doenças do aparelho digestivo (gastrite e úlcera), tensão, ansiedade, problemas de coluna etc.

Desse modo, para evitar que estes riscos comprometam as atividades e a saúde do trabalhador, é necessário um ajuste entre as condições de trabalho ou mesmo no caso de transporte de carga em um ambiente comum, e o homem sob os aspectos de praticidade, conforto físico e psíquico por meio de: melhoria no processo de trabalho, melhores condições no local de trabalho, modernização de máquinas e equipamentos, melhoria no relacionamento entre as pessoas, alteração no ritmo de trabalho, ferramentas adequadas, postura adequada, etc. O que se espera auxiliar pessoas com mobilidades e forças reduzidas como por exemplo de mulheres grávidas e idosos possam ter o auxílio de um robô para melhoria ergonômica dele.

Este trabalho está dividido da seguinte forma. Na seção 2 aspectos de desenvolvimento do robô são abordados. Já a seção 3 apresenta aspectos do desenvolvimento do controlador *Fuzzy* e discute resultados ainda que iniciais, bem como aspectos da prototipagem (próxima etapa da pesquisa). E finalmente a seção 4 conclui e sugere futuros trabalhos

## 2 | DESENVOLVIMENTO

A lógica fuzzy é uma abordagem matemática que lida com a incerteza e a imprecisão nas informações. Na robótica, a lógica fuzzy é usada para tomar decisões em tempo real com base em dados sensoriais do ambiente. Isso permite que os robôs tomem decisões mais inteligentes e precisas, mesmo em situações imprecisas ou complexas.

A lógica fuzzy pode ser aplicada em diversas tarefas de robótica, como navegação autônoma, controle de movimento, classificação de objetos, reconhecimento de padrões, entre outras. Ela é especialmente útil em situações em que as informações sensoriais são incertas ou ambíguas, permitindo que os robôs se adaptem rapidamente a mudanças no ambiente. A lógica fuzzy pode ser implementada em um controlador fuzzy, que é um sistema de controle baseado em regras que usa a lógica fuzzy para tomar decisões. O controlador fuzzy é capaz de processar informações sensoriais em tempo real e gerar saídas precisas para controlar os movimentos do robô.

Em resumo, a lógica fuzzy é uma ferramenta importante na robótica, permitindo que os robôs tomem decisões mais inteligentes e precisas em situações imprecisas ou complexas. Ela pode ser implementada em um controlador fuzzy para processar informações sensoriais e controlar os movimentos do robô em tempo real.

A saída fornecida às rodas do robô poderá ser feita utilizando de lógica multivalorada, ou ainda lógica *Fuzzy*, atentando-se à capacidade computacional do sistema embarcado escolhido. O uso destes controladores facilitará a modelagem do sistema de controle quando

comparado à modelagem matemática necessária para controladores PID, principalmente caso as variáveis de entrada não sejam apenas uma, visto que controladores PID apresentam alta complexidade em sua modelagem para sistemas multivariáveis (SIMÕES, M. G.; SHAW, I. S., 2007). Um exemplo seria a modelagem utilizando as variáveis distância entre robô e alvo e ângulo entre robô e alvo.

Para identificação do alvo que deve ser seguido, poderá ser utilizado de um sistema análogo ao trabalho de M. N. A. Bakar *et al* (2011), onde foi feito o uso de marcadores para identificação do usuário do robô. Os parâmetros utilizados para identificação do marcador foram cor e formato, apresentando resultados satisfatórios mesmo para condições adversas de iluminação do ambiente.

Posteriormente, deverá ser realizado o desenvolvimento de um sistema de segurança capaz de evitar a colisão do robô com obstáculos que apareçam entre o alvo e o robô, evitando ainda colisões com o próprio usuário. O desvio dos obstáculos poderá ser interpretado de duas formas: na primeira, o robô deverá ser capaz de executar uma manobra de desvio do obstáculo à sua frente, quando o obstáculo se encontrar estático no ambiente. Para obstáculos dinâmicos, o robô deverá apenas esperar o alvo sair de sua frente para seguir em diante; na segunda, o robô deverá manter-se o mais próximo ao usuário possível, evitando com que obstáculos interfiram no espaço robô-usuário, sem comprometer a segurança do usuário.

O sistema embarcado deverá ser capaz de suportar a complexidade computacional do software utilizado. O uso de microcontrolador de baixo custo, como por exemplo o Arduino, proporcionará maior facilidade de implementação, menor custo, porém menor capacidade computacional, enquanto o uso de um computador de aproximada dimensão e maior força computacional, como por exemplo o Raspberry Pi, fornecerá menor facilidade de implementação, maior custo, mas em compensação, maior capacidade computacional do sistema, viabilizando, por exemplo, o uso de um sistema de visão computacional e controle via lógica *Fuzzy* de maneira conjunta.

Os materiais utilizados, desta forma, serão: chassi, duas rodas, uma ou duas rodas bobas, dois motores, um microcontrolador (Arduino) ou um computador (Raspberry Pi), um a três sensores ultrassônicos, uma câmera, uma ponte-h ou dois controladores de corrente alta, *jumpers* variados e fios variados.

Ponta Grossa - Pr

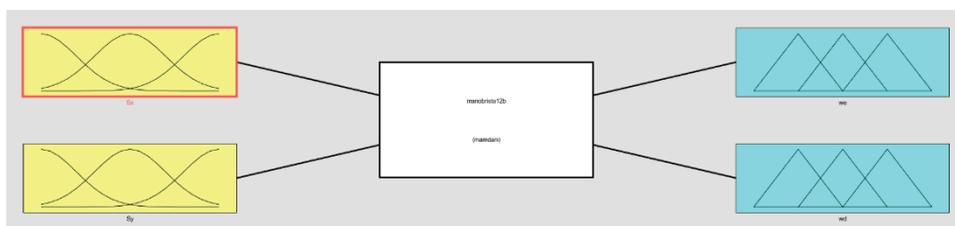
## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Simulação

O desenvolvimento da tecnologia tem permitido aprimoramentos na simulação em engenharia, tornando-a cada vez mais precisa e eficiente. A simulação permite a análise de cenários em tempo real, reduzindo custos e tempo de desenvolvimento, além de prever

possíveis falhas e problemas. Com isso, os engenheiros podem testar diferentes soluções e avaliar seu desempenho antes mesmo de implementá-las na prática, garantindo maior segurança e confiabilidade nos projetos

Para validação do modelo de controle a ser aferido ao protótipo foram realizadas simulações de um robô móvel na ferramenta computacional MATLAB. Foram comparadas simulações utilizando controlador *Fuzzy* e controlador através de lógica multivalorada. Para isto, foi feito uso de um controlador *Fuzzy*, utilizado para obtenção dos pulsos enviados às rodas do robô, a partir da distância euclidiana entre robô e alvo. A Tabela 1 apresenta as funções utilizadas como base de regras para o controlador *Fuzzy* desenvolvido, sendo  $h_i$  a distância euclidiana entre robô e alvo, e a const o acréscimo dado ao pulso enviado às rodas do robô. A Figura 1 mostra a estrutura do sistema *Fuzzy*. A Figura 2, por sua vez, apresenta a superfície gerada pelo controlador *Fuzzy* desenvolvido.



**Figura 1:** Estrutura do sistema *Fuzzy*.

Fonte: Autores, 2023.

Nessa figura é possível identificar as variáveis *Fuzzy* de entrada e saída, as entradas são a priori a distância da pessoa, e as saídas os pulsos nas rodas do modelo cinemático, e a posteriori do protótipo.

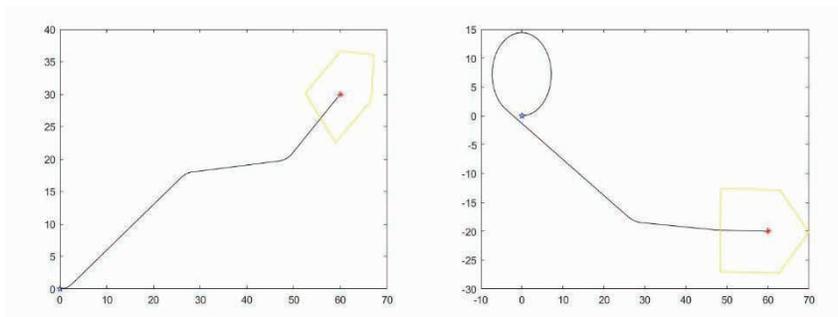
O robô inicia na origem do plano cartesiano, enquanto o alvo, por sua vez, inicia na posição [15,15] do plano. Conforme o robô se aproxima do alvo, esta passa a se distanciar do robô, tendo sua posição horizontal e vertical alterada

- 
1. Se ( $h_i$  é perto) então (const é pouco)
  2. Se ( $h_i$  é médio) então (const é médio)
  3. Se ( $h_i$  é médio\_longe) então (const é médio\_muito)
  4. Se ( $h_i$  é longe) então (const é médio)
- 

**Tabela 1:** Base de regras do controlador *Fuzzy*

A Figura 3.a apresenta o resultado obtido da primeira simulação do robô móvel. A Figura 3.b, por sua vez, apresenta o resultado obtido da segunda simulação. O robô é exibido pela figura amarela, enquanto o alvo é representado pela estrela vermelha. O

trajeto realizado pelo robô é a linha preta presente no gráfico, a estrela azul, por sua vez, é a posição inicial do robô móvel.



**Figura 3 a, b:** Simulação do robô móvel.

Os resultados obtidos, ainda que iniciais, apresentaram resultado satisfatório para a realização da perseguição de alvo. Para pequenos valores de erro estipulados, a complexidade computacional não foi comprometida.

## 4 | CONCLUSÃO

Neste artigo, foi proposto uma fundamentação e alguns exemplos de cidades inteligentes. Com uma instanciação teórica de um desenvolvimento de um robô capaz de realizar o transporte de carga de maneira autônoma. Em tese a prototipação deverá empregar a combinação do uso de uma câmera e sensores ultrassônicos se mostrou eficaz na identificação do alvo, o protótipo, por sua vez, mostrou ser capaz de responder aos comandos de controle necessários para a perseguição.

Os resultados simulados experimentais, ainda que iniciais, mostram-se promissores, sendo cogitado para trabalhos futuros, a implementação de sistemas embarcados, como por exemplo em Arduino. para melhorar a robustez da proposta.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Fundação Araucária pela bolsa de iniciação científica concedida ao segundo autor deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

Alawadhi, S. A., & Dwivedi, A. K. (2018). Investigating the impact of social media on brand awareness: Evidence from Kuwait. *Telematics and Informatics*, 35(4), 1152-1162.

- Bakar, M. N. A., Nagarajan, R., & Saad, A. R. M. (2011). Development of a doctor following mobile robot with Mono-vision based marker detection. In 2011 IEEE Applied Power Electronics Colloquium (IAPEC) (pp. 86-91). IEEE.
- Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable Cities and Society*, 31, 183-212.
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of urban technology*, 18(2), 65-82.
- Garcia, E.; Jimenez, M. A.; De Santos, P. G.; Armada, M. The evolution of robotics research. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, v. 14, n. 1, p. 90-103, mar. 2007.
- Mataric, Maja J. The robotics primer. *Choice Reviews Online*, v. 45, n. 06, p. 45-3222-45-3222, 1 fev. 2008.
- Mendonça, M. et al. "Multi-robot exploration using Dynamic Fuzzy Cognitive Maps and Ant Colony Optimization." In *IEEE International Conference on Fuzzy Systems, Proceedings, Glasgow, UK, 2020*. IEEE.
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In *Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times* (pp. 282-291).
- Neirotti, P., Raguseo, E., & Paolucci, E. (2014). Internet of things: a review of literature and products. In *International Conference on Business Information Systems* (pp. 1-22). Springer, Cham.
- Oda, Leila, Ávila, Suzana et al. *Biossegurança em Laboratórios de Saúde Pública*. Brasília. Ministério da Saúde, 1998.
- Okamura, A. M., Mataric, M. J., & Christensen, H. I. (2010). Medical and Health-Care Robotics. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 17(3), 26-37.
- Pineau, J., Montemerlo, M., Pollack, M., Roy, N., & Thrun, S. (2003). Towards robotic assistants in nursing homes: challenges and results. *Robotics and Autonomous Systems*, 42, 271-281.
- Simões, M. G. & Shaw, I. S. (2007). *Controle e Modelagem Fuzzy*. 2ª ed. São Paulo: Blücher.