

## CAPÍTULO 2

# ROBÔS SOCIAIS: INOVAÇÃO NA INTERAÇÃO HUMANO-ROBÔ ATRAVÉS DE API PARA MOVIMENTAÇÃO E EXPRESSÃO



<https://doi.org/10.22533/at.ed.5832531032>

*Data de aceite: 04/04/2025*

**Artemisia Kimberilly Marques da Silva**  
Ciência da computação – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) – Natal – RN – Brasil

**Mateus da Costa Furtado**  
Ciência da computação – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) – Natal – RN – Brasil

**Boris Silva de Oliveira**  
Ciência da computação – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) – Natal – RN – Brasil

**Anderson Abner de Santana Souza**  
Ciência da computação – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) – Natal – RN – Brasil

**Felipe Denis Mendonça de Oliveira**  
Ciência da computação – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) – Natal – RN – Brasil

**ABSTRACT:** With artificial intelligence and robotics advancements, social robots have emerged as essential tools for emotional interaction and affective support in various domains, such as healthcare and education. However, the expressive capabilities of these robots remain limited, particularly concerning body movement. This paper presents the development of a robotic arm prototype designed for integration into social

robots, enabling more natural and expressive interactions. The proposed solution includes an intuitive API for motion control, facilitating developers' implementation. The results demonstrate that integrating this robotic arm enhances human-robot interaction.

**KEYWORDS:** Social Robots; Human-Robot Interaction (HRI); Robotic Arm

## SOCIAL ROBOTS: INNOVATION IN HUMAN-ROBOT INTERACTION THROUGH API FOR MOVEMENT AND EXPRESSION

**RESUMO:** Com os avanços na inteligência artificial e na robótica, os robôs sociais emergem como ferramentas essenciais para a interação emocional e suporte afetivo em diversas áreas, como saúde e educação. No entanto, a capacidade de expressão desses robôs ainda é limitada, especialmente no que diz respeito à movimentação corporal. Este trabalho apresenta o desenvolvimento do protótipo de um braço robótico para ser aplicado à robôs sociais, permitindo interações mais naturais e expressivas. A solução inclui uma API intuitiva para controle da movimentação, facilitando a implementação por desenvolvedores. Os resultados demonstram que a integração desse braço robótico contribui para a interação humano-robô.

**PALAVRAS-CHAVE:** Robôs Sociais; Interação Humano-Robô; Braço Robótico

## INTRODUÇÃO

A interação entre pessoas e robôs sempre foi uma área de interesse na robótica. Com os avanços na inteligência artificial e nas tecnologias generativas, essa interação tem se tornado cada vez mais sofisticada e humanizada, permitindo que robôs sejam integrados de forma mais natural no cotidiano humano. Neste cenário, os robôs sociais emergem como protagonistas, atuando como ferramentas valiosas para interação emocional e apoio afetivo. Eles têm sido particularmente úteis nas áreas de saúde e educação, onde podem oferecer companhia e suporte emocional a pacientes em recuperação ou auxiliar no processo educacional de crianças com diferentes estilos de aprendizagem [1].

Na saúde, os robôs sociais podem ser programados para realizar uma variedade de tarefas, como monitorar sinais vitais, fornecer lembretes de medicação e até mesmo realizar conversas motivacionais com pacientes. Eles servem como um complemento ao cuidado humano, oferecendo uma presença constante que pode ser reconfortante em ambientes hospitalares muitas vezes estressantes. A presença de robôs sociais pode reduzir a ansiedade dos pacientes, melhorar a adesão ao tratamento e proporcionar um ambiente mais acolhedor [2].

Na educação, esses robôs podem adaptar suas interações para atender às necessidades individuais dos alunos, proporcionando um ambiente de aprendizado mais personalizado e envolvente. Robôs sociais podem identificar e se ajustar aos diferentes ritmos de aprendizado e estilos de ensino, oferecendo suporte adicional a crianças com dificuldades específicas. Eles podem facilitar o aprendizado colaborativo e motivar os alunos através de interações dinâmicas e estimulantes [3].

A capacidade desses robôs de se expressarem através da movimentação corporal é fundamental para tornar a comunicação mais rica e eficaz. Gestos e posturas podem transmitir empatia e compreensão, elementos essenciais para uma interação social bem-sucedida. No entanto, o desenvolvimento de aplicações que permitam essa expressividade representa um desafio significativo. A complexidade reside não apenas na programação da movimentação física, mas também na integração dessa movimentação com as respostas emocionais e cognitivas do robô, de forma a criar uma experiência de interação mais humana e natural [4].

Neste contexto, o ROS (Robot Operating System) surge como uma ferramenta poderosa para auxiliar no desenvolvimento robótico. No entanto, sua complexidade pode ser um obstáculo para desenvolvedores sem experiência em robótica. A criação de uma API dedicada à movimentação de braços robóticos poderia simplificar esse processo, tornando-o mais acessível e intuitivo. Isso permitiria que os desenvolvedores se concentrassem em melhorar a qualidade da interação emocional dos robôs sociais, um aspecto fundamental para sua eficácia enquanto ferramenta de apoio [5].

Este trabalho desenvolve um protótipo de um braço robótico articulado para ser utilizado em robôs sociais. A implementação de um braço robótico para estes robôs representa um avanço significativo na busca por uma interação mais natural e imersiva entre humanos e robôs sociais. Ao permitir gestos e movimentos que complementam a comunicação verbal e facial, este trabalho busca não apenas aumentar o engajamento dos usuários, mas também ampliar as possibilidades de aplicação desses robôs em contextos educacionais, terapêuticos e assistivos. Dessa forma, este trabalho se propõe a preencher uma lacuna existente na expressividade dos robôs sociais, contribuindo para uma experiência mais intuitiva e eficaz na interação humano-robô.

Além disso, cria uma API voltada para o controle do braço robótico. Essa API visa simplificar o processo de movimentação, permitindo que desenvolvedores possam integrar e personalizar os movimentos de robôs sociais de maneira prática e eficiente. A API fornece métodos de controle que possibilitam tanto a execução de gestos pré-definidos quanto a manipulação individual dos motores, conferindo eficiência à programação do robô.

## DESENVOLVIMENTO

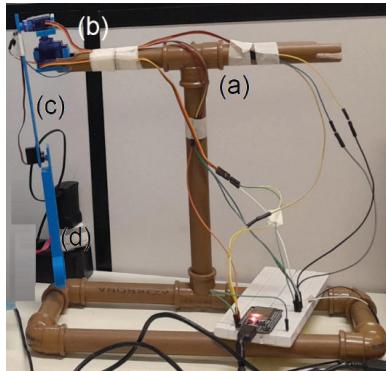
### Braço robótico

O desenvolvimento do braço robótico envolveu a criação de uma estrutura articulada utilizando peças impressas em 3D, acopladas a motores servo-controlados. O controle foi implementado em um microcontrolador ESP32, que recebe comandos via Bluetooth de um aplicativo instalado em um smartphone. A programação foi realizada utilizando C++ e a biblioteca Servo.h para o controle dos motores.

O braço robótico contém quatro componentes principais:

- (a) Suporte do braço robótico: montado com canos de PVC, proporcionando sustentação para a base do braço do robô.
- (b) Base: sustentada pelo suporte do braço robótico, a base é composta do primeiro motor e um conector que segura o segundo motor.
- (c) Braço: A terceira peça que constitui o braço, desde o ombro até o cotovelo.
- (d) Antebraço e mão: No cotovelo, há o terceiro e último motor que segura a última peça do braço, sendo o antebraço e a mão do robô.

Esta estrutura permite a articulação em múltiplos pontos, proporcionando uma gama de movimentos que aumentam a capacidade do robô de se expressar de maneira mais natural e precisa. A Figura 1 ilustra o braço robótico com todos os componentes principais identificados por suas letras correspondentes.



**Figura 1.** Componentes principais do braço robótico.

## Estrutura do Programa

O programa é dividido em duas partes principais: controle de ações pré-definidas e o controle individual dos motores do braço robótico.

Através de um aplicativo Bluetooth desenvolvido por terceiros, o usuário pode enviar strings ao ESP32, que controla o braço robótico para realizar diversas ações pré-definidas, como "acenar", "comemorar" e retornar à posição inicial.

### *Ações Pré-definidas*

As ações pré-definidas são acionadas através de comandos específicos enviados pelo usuário, via comunicação Bluetooth. As ações implementadas incluem:

- Acenar: O caractere "h" faz com que o braço execute um movimento de aceno.
- Comemorar: O caractere "e" faz com que o braço execute um movimento de comemoração.
- Posição Inicial: O caractere "d" faz com que o braço retorne à posição inicial. Essas ações são mapeadas para movimentos específicos dos motores do braço robótico, programados para oferecer uma interação mais natural.

### *Controle Individual dos Motores*

O usuário também pode controlar cada motor individualmente, permitindo ajustes finos na posição do braço. O controle é realizado utilizando caracteres específicos, seguidos do ângulo desejado:

- Motor do Ombro: Controlado pelo caractere 'a'. Por exemplo, a string "a45" move o motor do ombro para 45 graus.
- Motor do Braço: Controlado pelo caractere 'b'. Por exemplo, a string "b90" move o motor do braço para 90 graus.
- Motor do Cotovelo: Controlado pelo caractere 'c'. Por exemplo, a string "c180" move o motor do cotovelo para 180 graus.

A Figura 2 mostra a captura de partes da movimentação do braço robótico, executando a ação pré-definida “acenar”. Observa-se o usuário enviando, via aplicativo Bluetooth, os comandos específicos para a execução desta ação pré-definida.



**Figura 2.** Braço robótico executando a ação pré-definida “acenar”.

## CONCLUSÃO

Este projeto apresentou o desenvolvimento de um protótipo de braço robótico capaz de adicionar expressões não-verbais a robôs sociais, aumentando sua capacidade de interação emocional. A API desenvolvida facilita a implementação e expande as possibilidades de interação com robôs sociais. Melhorias futuras incluem aperfeiçoamentos na suavidade dos movimentos e maior estabilidade estrutural.

## AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho gostariam de agradecer ao suporte oferecido pela equipe integrante dos laboratórios LAR (Laboratório de Aprendizagem Robótica) e LUMEN (Laboratório de Sistemas Embarcados e de Tempo Real), às quais forneceram todo o material para a construção deste protótipo.

## REFERÊNCIAS

- [1] MAHDI, Hamza et al. A survey on the design and evolution of social robots—Past, present and future. *Robotics and Autonomous Systems*, v. 156, p. 104193, 2022.
- [2] KYRARINI, Maria et al. A survey of robots in healthcare. *Technologies*, v. 9, n. 1, p. 8, 2021.
- [3] ALAM, Ashraf. Social robots in education for long-term human-robot interaction: socially supportive behaviour of robotic tutor for creating robo-tangible learning environment in a guided discovery learning interaction. *ECS Transactions*, v. 107, n. 1, p. 12389, 2022.
- [4] KOIKE, Amy; MUTLU, Bilge. Exploring the Design Space of Extra-Linguistic Expression for Robots. In: *Proceedings of the 2023 ACM Designing Interactive Systems Conference*. 2023. p. 2689-2706.
- [5] MACENSKI, Steven et al. Robot operating system 2: Design, architecture, and uses in the wild. *Science robotics*, v. 7, n. 66, p. eabm6074, 2022.