

**ETEC GUARACY SILVEIRA**

**CURSO TÉCNICO EM ELETRÔNICA**

**DAVI DE PAULO LUIZ FARIAS**

**RAPHAEL FRANCISCO RODRIGUES JANUARIO**

**RIAN DE SOUSA E SOUSA**

**ROGER DA COSTA NEVES**

**ROBÓTICA ASSISTIVA E SISTEMAS EMBARCADOS APLICADOS AO AUXÍLIO DE  
PMRS NO ÂMBITO RESIDENCIAL**

**SÃO PAULO**

**2025**

**DAVI DE PAULO LUIZ FARIAS**

**RAPHAEL F. R. JANUARIO**

**RIAN DE SOUSA E SOUSA**

**ROGER DA COSTA NEVES**

**ROBÓTICA ASSISTIVA E SISTEMAS EMBARCADOS APLICADOS AO AUXÍLIO DE  
PMR'S NO ÂMBITO RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
curso de Técnico em Eletrônica da ETEC Guaracy  
Silveira sob a supervisão do orientador Professor  
João Miguel Sanfilippo como requisito parcial para  
obtenção do título de técnico em Eletrônica.

**SÃO PAULO**

**2025**

## FICHA CATALOGRÁFICA

FARIAS, Davi de Paulo Luiz

Robótica Assistiva e Sistemas Embarcados Aplicados ao Auxílio de PMRs no Âmbito Residencial/ Davi de Paulo Luiz Farias

[et al..]; orientador: João Miguel Sanfilippo.

São Paulo, 2025. (42) p.

TCC apresentado no curso Técnico em Eletrônica

1. Eletrônica I. Raphael Francisco Rodrigues Januario II. Rian de Sousa e Sousa III. Roger da Costa Neves

## RESUMO

Com o crescente número de idosos — grupo específico de PMRs (Pessoas com Mobilidade Reduzida) — e sua consequente dependência de medicamentos por fatores etários, as dificuldades de mobilidade comprometem uma rotina livre e facilitada, uma vez que exigem um esforço individual na locomoção para obtenção do remédio. Nesse sentido, a tecnologia deve alinhar-se ao bem-estar geral do público-alvo, oferecendo uma alternativa robótica, possibilitando autonomia e segurança em sua operação. Nesse contexto, o projeto visa auxiliar no transporte de medicamentos de pequeno porte para pessoas com mobilidade reduzida, resultando em um aumento significativo na facilidade de aplicação de remédios. A metodologia adotada baseia-se na prototipagem de um dispositivo compatível com os objetivos do presente trabalho. Desse modo, a tecnologia estudada também beneficiará os cuidadores do grupo-alvo, pois lhes concederá maior autonomia, uma vez que o robô funcionará com a finalidade de realizar o transporte residencial de medicamentos às PMR.

**Palavras-chave:** Sistema automatizado; Robótica Assistiva; Tecnologia; Bem-estar.

## ABSTRACT

With the growing number of elderly individuals — a specific group within People with Reduced Mobility (PRM) — and their consequent dependence on medication due to age-related factors, mobility difficulties compromise a free and accessible routine, as they require individual effort to obtain the necessary medicine. In this context, technology must align with the well-being of the target audience by offering a robotic alternative, ensuring autonomy and safety in its operation. Therefore, this project aims to assist in the transportation of small-sized medications for people with reduced mobility, resulting in a significant improvement in the ease of administering medication. The adopted methodology is based on prototyping a device compatible with the objectives of this study. Moreover, the proposed technology will also benefit caregivers, as it grants them greater autonomy, given that the robot will operate with the purpose of performing residential medication transport for PRM.

**Keywords:** Automated System; Assistive Robotics; Technology; Well-being.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arduino Bluetooth Controller .....	25
Figura 2 - Equação do divisor de tensão.....	28
Figura 3 – Definição dos estados lógicos iniciais dos pinos.....	29
Figura 4 – Sinais enviados para os motores DC.....	30
Figura 5 - Definição do pino para o controle do servo motor .....	31
Figura 6 - Definição do ângulo inicial do servo motor.....	31
Figura 7 – Sinais enviados para o servo motor.....	32
Figura 8 – Arduino UNO .....	34
Figura 9 – L298N.....	34
Figura 10 - HC05.....	35
Figura 11 – Motor DC 3V - 6V .....	36
Figura 12 – Sevo motor .....	37

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Pesquisa: Quantidade de PMRs .....	19
Gráfico 2 – Pesquisa: Conhecimento de Tecnologias Assistivas .....	20
Gráfico 3 – Pesquisa: Expectativa de custo.....	21
Gráfico 4 – Pesquisa: Faixa etária dos PMRs .....	22

## SUMÁRIO

1.1 INTRODUÇÃO .....	10
1.2 JUSTIFICATIVA .....	11
1.3 OBJETIVOS .....	11
1.3.1 OBJETIVO GERAL .....	12
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
2.1 METODOLOGIA .....	13
2.2 METODOLOGIA – DEFINIÇÃO DE CADA CAPÍTULO .....	14
3.1 IMPLEMENTAÇÃO DAS TECNOLOGIAS ASSISTIVAS NO COTIDIANO DE PMRS .....	15
4.1 OS DESAFIOS SOCIODIGITAIS DA INFOEXCLUSÃO E O ACESSO ÀS TECNOLOGIAS ASSISTIVAS .....	17
4.2 PESQUISA DE CAMPO: CONVIVÊNCIA COM PESSOAS COM MOBILIDADE REDUZIDA .....	18
4.3 NÍVEL DE FAMILIARIDADE DA POPULAÇÃO COM RECURSOS DE TECNOLOGIA ASSISTIVA .....	19
4.4 PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO SOBRE VALORES ACESSÍVEIS PARA TECNOLOGIAS ASSISTIVAS .....	20
4.4 DISTRIBUIÇÃO ETÁRIA DAS PESSOAS COM MOBILIDADE REDUZIDA .....	21
5.1 FORMULAÇÃO DE IDEIAS PARA O PROJETO .....	24
5.2 PROBLEMÁTICA .....	24
5.3 HIPÓTESES .....	25
6.1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO PROJETO .....	26
6.2 MANUAL DE USO DO PROJETO .....	26
6.2.1 ARDUINO BLUETOOTH CONTROLLER .....	26
6.2.2 PRECAUÇÕES NO USO DO VEÍCULO E DA GARRA .....	27
6.2.3 PRECAUÇÕES NA RECARGA DA BATERIA DO DRIVER L298N .....	27
6.3 MANUAL DE INSTALAÇÃO DO PROJETO .....	28

6.3.1 CIRCUITO ELÉTRICO.....	28
6.3.1.1 CONEXÕES DO ARDUINO UNO .....	28
6.3.2 CÓDIGO DE PROGRAMAÇÃO .....	29
6.3.2.1 CÓDIGO DE CONTROLE DOS MOTORES DC .....	30
6.3.2.2 CÓDIGO DE CONTROLE DO SERVO MOTOR.....	32
6.4 MANUAL DE MANUTENÇÃO DO PROJETO .....	33
6.4.1 BATERIAS.....	34
6.4.2 COMPONENTES E FIAÇÃO.....	34
6.4.3 MATERIAL DO CHASSI E DA GARRA .....	34
6.5 MANUAL DE CONFECÇÃO DO PROJETO.....	35
6.5.1 MICROCONTROLADOR ARDUINO UNO.....	35
6.5.2 DRIVER DE MOTOR DC L298N.....	36
6.5.3 MÓDULO BLUETOOTH HC-05 .....	37
6.5.4 MOTOR DC 3V - 6V .....	38
6.5.5 SERVO MOTOR .....	38
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41

## **1.1 INTRODUÇÃO**

A medicação está amplamente presente no cotidiano da população brasileira. Segundo pesquisas da Universidade de São Paulo (USP), o percentual de pessoas que consomem algum tipo de medicamento varia entre 49,0% e 56,9% da população, representando a maior porcentagem entre os países da América do Sul. Em síntese, essa ampla utilização está associada também a um elevado índice de automedicação. De acordo com o portal G1, a cada dez pessoas que fazem uso de tratamentos medicamentosos, nove recorrem à automedicação, prática agravada pela expressiva quantidade de idosos no Brasil — 22,2 milhões, segundo o IBGE. Além disso, conforme dados também apontados pelo G1 (2022), o país possui aproximadamente 18,6 milhões de pessoas com dificuldade de locomoção, número que vem crescendo ao longo dos anos, o que amplia ainda mais as dificuldades no acesso e na ingestão de medicamentos.

Diante do surgimento desses problemas, o projeto tem como objetivo reduzir os empecilhos enfrentados por pessoas com idade avançada, bem como por indivíduos com dificuldade de locomoção (PMRs). Assim, a criação de uma máquina automatizada destinada ao transporte de pequenas cargas mostra-se necessária, considerando que a tecnologia tem como propósito facilitar e melhorar a qualidade de vida. Com os avanços tecnológicos constantes, torna-se viável, na atualidade, o desenvolvimento de um dispositivo dessa natureza.

Por conseguinte, observa-se que apenas a existência de máquinas automatizadas integradas à robótica — produtos já disponíveis no mercado — não é suficiente para reduzir as desigualdades enfrentadas pelos PMRs, pois os materiais utilizados na composição desses dispositivos geralmente apresentam custos elevados. Portanto, uma das propostas do presente trabalho é desenvolver uma máquina utilizando materiais simples, básicos, sustentáveis, recicláveis e de fácil acesso, com o intuito de viabilizar financeiramente o aparelho eletrônico. Tal medida visa facilitar a aquisição do protótipo por pessoas com poder aquisitivo reduzido, que enfrentam dificuldades ainda mais intensas devido às suas condições socioeconômicas.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

No panorama de 2022, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) constatou 22,2 milhões de pessoas idosas, um aumento de 57,4% em relação à década anterior. Nesse sentido, as projeções indicam que até 2060 os idosos, grupo específico de pessoas com dificuldade de mobilidade (PMRs), representarão 32,2% da população brasileira. Ainda assim, o IBGE evidenciou também um significativo aumento de familiares que cuidam de algum idoso em sua moradia, de 3,7 milhões para 5,1 milhões de familiares, público que representa um aumento de 10,5% em relação aos anos anteriores.

Diante do enunciado, o auxílio às PMRs a partir do protótipo eletrônico beneficiará também àqueles que se enquadram dessa categoria devido ao envelhecimento, já que aquele visa facilitar o transporte de medicamentos. Ademais, a metodologia aplicada consiste na pesquisa quantitativa dos dados do público-alvo e na prática empírica, por meio da criação de projetos eletrônicos, a fim de solucionar os problemas referentes à locomoção de medicamentos nas residências dos idosos. Ainda assim, é notória a carência de dispositivos que viabilizam a interação entre homem e máquina no escopo do transporte de medicamentos.

Portanto, o aparelho eletrônico visa conciliar a tecnologia com bem-estar dos idosos dependentes de medicamentos, visto que o transporte dos remédios auxilia no dinamismo do tratamento de doenças e diminui a atribuição de funções manuais aos cuidadores, ocasionando a melhora do combate às enfermidades.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GERAL**

Desenvolver e implementar um sistema robótico, sustentável e de baixo custo, capaz de realizar o transporte seguro e eficiente de objetos em ambiente domiciliar, de modo a promover maior autonomia às pessoas com mobilidade reduzida (PMRs) e aos idosos, além de otimizar a rotina de cuidadores por meio da integração entre tecnologia assistiva, eletrônica e interação homem–máquina.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- I. Projetar e prototipar um dispositivo robótico funcional, empregando materiais simples, recicláveis e acessíveis, que atenda aos requisitos de mobilidade, carga, segurança e estabilidade necessários ao transporte de medicamentos de pequeno porte.
- II. Investigar e demonstrar a aplicabilidade da automação residencial como ferramenta de inclusão, avaliando como sistemas automatizados podem contribuir para a melhoria da qualidade de vida e da independência cotidiana de idosos e PMRs.
- III. Desenvolver uma interface de controle intuitiva, por meio de comunicação bluetooth com um dispositivo móvel, garantindo que usuários com limitações motoras ou cuidadores possam operar o robô de maneira segura, rápida e eficaz.
- IV. Realizar testes experimentais com usuários reais (idosos e pessoas com mobilidade reduzida), aplicando métodos de avaliação ergonômica, funcional e de usabilidade para mensurar a eficácia, a precisão, a confiabilidade e a receptividade do robô no ambiente domiciliar.
- V. Analisar o impacto social e tecnológico do dispositivo, identificando benefícios proporcionados aos cuidadores, aos usuários finais e ao contexto domiciliar, destacando o papel da robótica assistiva na saúde preventiva e no bem-estar cotidiano.
- VI. Validar a viabilidade técnica e econômica do projeto, considerando custo-benefício, manutenção, durabilidade e potencial de escalabilidade do sistema, de modo a garantir que o produto possa ser acessível e amplamente implementado.

## **2.1 METODOLOGIA**

O procedimento deste projeto adotou as metodologias de pesquisas bibliográfica, experimental e quantitativa, conforme Strauss & Corbin (1998), que enfatizam a importância de compreender o fenômeno estudado em profundidade, considerando as condições, contextos e consequências.

Segundo Bastos e Keller (1995), “A pesquisa científica é uma investigação metódica acerca de um determinado assunto com o objetivo de esclarecer aspectos em estudo”. Além de produzir novos conhecimentos, testar hipóteses ou aprofundar o entendimento sobre determinados fenômenos.

“A Pesquisa Bibliográfica: Princípios e Fundamentos”, de Angélica (2021), a pesquisa Bibliográfica é a etapa fundamental em qualquer investigação científica, pois fornece o embasamento teórico necessário para a definição do problema e condução do estudo. Este tipo de pesquisa visa levantar e analisar informações como artigos científicos, livro e teses.

O referencial teórico adotado por este estudo foi construído com base em uma cautelosa pesquisa de autores que contribuíram significativamente para os campos da robótica, mecânica e do cuidado com idosos. Ademais, proporcionaram fundamentos que permitiram estabelecer a conexão entre avanço tecnológico e o auxílio a pessoas com uma baixa mobilidade, evidenciando o potencial da robótica para promover maior segurança e qualidade de vida para essas pessoas.

A pesquisa experimental, para Gil (2002), representa o melhor exemplo de pesquisa científica, pois consiste em determinar um objeto de pesquisa estudado, selecionar as possíveis variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir formas de controles e de observar os efeitos que a variável produz no objeto.

Nessa abordagem, permite ao pesquisador estabelecer relações de causa e efeito com maior precisão, uma vez em que o pesquisador tem o poder de manipular deliberadamente as condições do objeto trabalhado. Além disso, a pesquisa experimental

exige a formulação de hipóteses claras, a aplicação de procedimentos padronizados e a análise rigorosas dos dados.

De acordo com Ângelo (2020), a pesquisa quantitativa caracteriza pela coleta e análise de dados numéricos, tendo como principal objetivo a medição e quantificação de variáveis. Além disso, busca estabelecer relações causais entre os fenômenos observados. No artigo “Métodos de Pesquisa”, de Engel Gerhardt e Denise Tolfo Silveira, a pesquisa quantitativa fundamenta-se por procedimentos estruturados e instrumentos formais para a coleta de dados, destacando a objetividade tanto no levamento quanto na análise dos dados.

## **2.2 METODOLOGIA – DEFINIÇÃO DE CADA CAPÍTULO**

Capítulo 1 - Contextualização e Justificativa do Projeto

Capítulo 2 – Inclusão Digital e Aspectos Sociais

Capítulo 3 – Desenvolvimento Tecnológico e Materiais utilizados

Capítulo 4 - Manual de Uso do Projeto

### **3.1 IMPLEMENTAÇÃO DAS TECNOLOGIAS ASSISTIVAS NO COTIDIANO DE PMRS**

Com o constante aumento de pessoas com mobilidade reduzida (PMRs), urge a necessidade da criação de equipamentos que visam melhorar a qualidade de vida e suprir as necessidades básicas dessas pessoas. Nesse contexto, as tecnologias assistivas surgem como uma alternativa para solucionar esta problemática, visto o desenvolvimento da eletrônica, e, também, a maior integração desta no âmbito doméstico.

Entretanto, a acessibilidade destes equipamentos ainda é limitada, devido ao seu alto custo de produção e, consequentemente, de mercado. Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) revelam que cerca de 2,5 bilhões de pessoas necessitam de algum tipo de aparelho assistivo, sendo ele elétrico ou não, e que, aproximadamente 1 bilhão não possuem acesso a esse tipo de aparelho; No Brasil, o tema das tecnologias assistivas tem pouca difusão, com uma escassez de trabalhos bibliográficos publicados.

Este projeto pretende proporcionar um maior alcance às tecnologias assistivas para aqueles que não detêm condições de possuí-las, com o objetivo de introduzir uma opção com custo de mercado mais baixo que as alternativas existentes, priorizando a população com problemas de mobilidade. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 18,6 milhões de brasileiros possuem algum tipo de deficiência, e, dentre estas, 3,4% e 1,4% possuem dificuldade para andar e pegar pequenos objetos, respectivamente.

Também é de suma importância citar a população idosa que apresenta incapacidades físicas, a qual compõem cerca de 47,2% dos indivíduos compreendidos entre as informações já referidas, sendo o maior grupo etário presente nas estatísticas. Para os cidadãos idosos, as TA são um tema mais conceituado, tendo até mesmo um projeto de lei da câmara dos deputados (Projeto de Lei 2926/24) que cria o Programa Nacional de Tecnologia Assistiva para Idosos, com a finalidade de prover os dispositivos assistivos para facilitar a mobilidade dos mais necessitados.

Com isso, a escolha do setor da robótica para este projeto se deve pelo fato de que a área tem progredido demasiadamente durante os últimos anos, com novas implementações para o âmbito de acessibilidade em espaços domiciliares, com os mecanismos projetados podendo exercer diversas funções que a eles são atribuídas, como o transporte de pequenos utensílios, sendo o enfoque deste trabalho. Uma outra forma de tecnologia que auxilia a implementação da robótica neste meio são as famigeradas Inteligências Artificiais (IA), que concedem uma adaptabilidade contínua ao sistema, cooperando também para a melhora da relação entre as PMRs e o sistema projetado, analisando e sintetizando as preferências do indivíduo. (CHAGAS, RABELLO, 2024 *apud* ABBINK, p.9).

#### **4.1 OS DESAFIOS SOCIODIGITAIS DA INFOEXCLUSÃO E O ACESSO ÀS TECNOLOGIAS ASSISTIVAS**

Sob análise contextual da tese mencionada, comprehende-se, a partir da análise de Friemel (2016), que o desenvolvimento global das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) reduz as divisões digitais entre os jovens, mas persiste ainda a “divisão cinzenta”, que corresponde à parcela da população excluída das facilidades do mundo hodierno. Nesse aspecto, é evidente que a infoexclusão — isto é, a exclusão digital de determinados indivíduos em relação às TIC — atinge, sobretudo, a população idosa, a qual, em virtude da sua senioridade, enfrenta dificuldades no processo de “ensino-aprendizagem de tecnologias”. Isso acarreta um agravamento da vivência dos idosos num mundo plenamente globalizado e digital, especialmente na ausência de auxílio por meio da robótica assistiva voltada às pessoas com mobilidade reduzida (PMRs) (BEIER; ACKERMAN, 2005 *apud* RAYMUNDO *et al.*, p. 4).

Ademais, é lícito postular que o crescimento das TIC deve contribuir para a inclusão digital dos idosos que, além de pertencerem a um grupo específico de PMRs, apresentam maiores dificuldades de aprendizagem e, por consequência, ficam à margem dos avanços tecnológicos. Nesse panorama, esse grupo passa a ser denominado “imigrante digital” — ou seja, pessoas que buscam adaptar-se ao ambiente digital, mas que não são “nativas” dessa realidade, enfrentando dificuldades singulares que limitam a facilitação do cotidiano desse segmento e intensificam os impasses vivenciados por esse subgrupo (GIL, 2019 *apud* VIVIANI *et al.*, 2023).

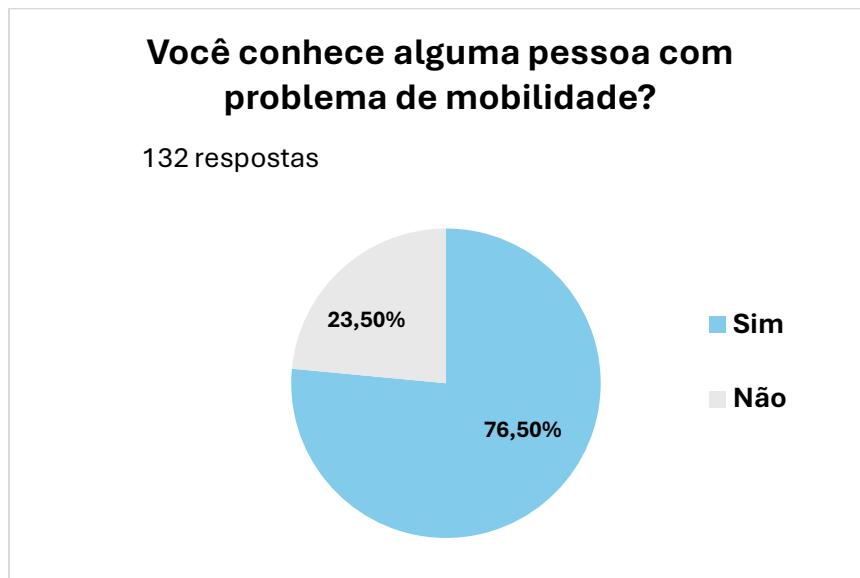
Desse modo, o cerne socioeducacional do protótipo robótico está fundamentado no letramento digital — isto é, projetado com base nos “conjuntos de letramentos (práticas sociais) que se apoiam, entrelaçam e se apropriam mutuamente e continuamente por meio de dispositivos digitais, para finalidades específicas, tanto em contextos socioculturais geograficamente e temporalmente delimitados, quanto naqueles construídos pela interação mediada eletronicamente” (BUZATO, 2006, p. 9).

Diante disso, o letramento digital constitui também um hábito coletivo, devendo ser tratado como uma necessidade pública de âmbito tecnológico. Dessa forma, o ensino dos

signos, códigos e regras do mundo cibرنético torna-se fundamental para a disseminação do uso correto de projetos eletrônicos que visam proporcionar facilitação cotidiana aos grupos marginalizados do universo computacional (SELBER, 2004 *apud* RAYMUNDO *et al.*, p. 6). Por fim, conforme aponta Cachioni (2019 *apud* CACHIONI *et al.*, 2023), para estimular o ensino-aprendizagem dessa camada específica de PMRs é necessário um conjunto de três fatores: predisposição de aprendizagem, ambientes adequados e pessoas que possam intermediar e ajudar a pessoa no processo de aprendizagem e, dessa forma, é possível superar os obstáculos do letramento digital aos idosos.

#### **4.2 PESQUISA DE CAMPO: CONVIVÊNCIA COM PESSOAS COM MOBILIDADE REDUZIDA**

Gráfico 1 – Pesquisa: Quantidade de PMRs



Fonte: Do próprio autor, 2025

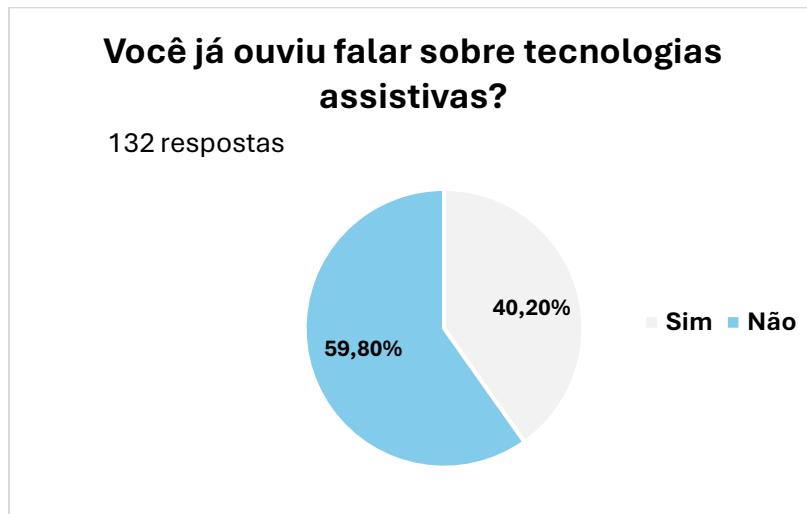
A quantidade de pessoas que convivem com indivíduos com dificuldade de locomoção, reforça o ponto central discutido no capítulo: a presença constante dessa população no

cotidiano social. O fato de a maioria dos participantes da pesquisa conviver com PMRs evidencia que a demanda por soluções assistivas é real, urgente e presente nos espaços domésticos e comunitários.

Esse dado se articula diretamente com a problemática da infoexclusão, já que esses indivíduos – em sua maioria idosos ou pessoas com limitações motoras – dependem de terceiros para acessar tecnologias ou, muitas vezes, sequer conhecem as ferramentas que podem melhorar sua autonomia. Assim, o gráfico reforça o caráter socialmente relevante do desenvolvimento de tecnologias assistivas simples, acessíveis e de baixo custo.

#### **4.3 NÍVEL DE FAMILIARIDADE DA POPULAÇÃO COM RECURSOS DE TECNOLOGIA ASSISTIVA**

Gráfico 2 – Pesquisa: Conhecimento de Tecnologias Assistivas



Fonte: Do próprio autor, 2025.

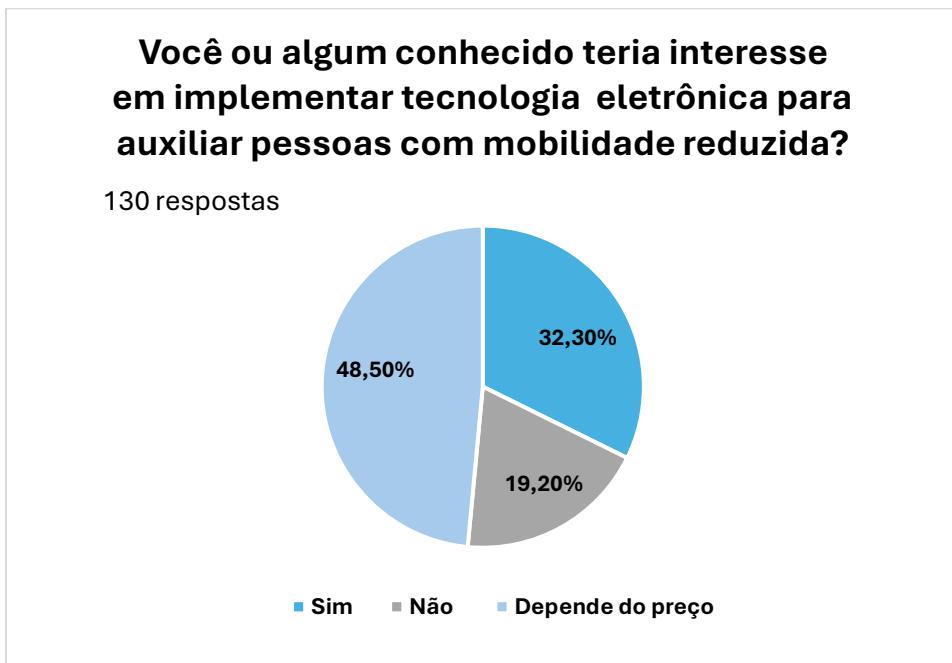
O baixo conhecimento da população acerca de tecnologias assistivas. Essa constatação confirma o argumento do capítulo segundo o qual há um déficit de letramento

digital funcional entre os chamados “imigrantes digitais”, principalmente aqueles com menor escolaridade tecnológica e pertencentes ao grupo das PMRs.

O desconhecimento apontado na pesquisa justifica a proposta de criar um protótipo robótico de fácil uso, programado em linguagem acessível e acompanhado de práticas de alfabetização cibernética. Como destacado por Selber (2004), o letramento digital é uma prática social e, nesse sentido, o gráfico demonstra claramente que a sociedade ainda não incorporou a tecnologia assistiva como parte de sua vivência cotidiana – indicando, portanto, uma lacuna a ser preenchida por iniciativas educacionais e inclusivas.

#### **4.4 PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO SOBRE VALORES ACESSÍVEIS PARA TECNOLOGIAS ASSISTIVAS**

Gráfico 3 – Pesquisa: Expectativa de custo



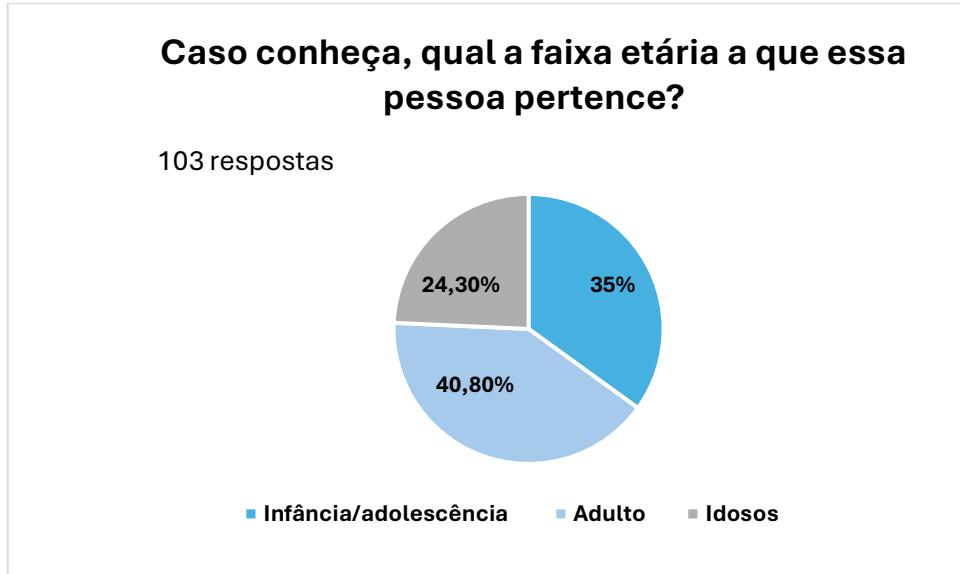
Fonte: Do próprio autor, 2025.

A expectativa de custo das tecnologias assistivas revela que o público prioriza dispositivos financeiramente acessíveis. Essa percepção está diretamente alinhada ao objetivo do projeto descrito no capítulo, que busca uma solução simples, prática, barata e de fácil assimilação pelos imigrantes digitais.

A expectativa apresentada no gráfico confirma que, além das barreiras cognitivas e pedagógicas, existe uma forte barreira econômica que contribui para a exclusão digital. Produtos assistivos tradicionais, muitas vezes caros, tornam-se inacessíveis para grande parte das PMRs — reforçando a importância de desenvolver alternativas viáveis que democratizem o acesso à mobilidade e à autonomia digital.

#### 4.4 DISTRIBUIÇÃO ETÁRIA DAS PESSOAS COM MOBILIDADE REDUZIDA

Gráfico 4 – Pesquisa: Faixa etária das PMRs



Fonte: Do próprio autor, 2025.

A faixa etária predominante entre as pessoas com mobilidade reduzida (PMRs) no Guaracy Silveira revela um dado relevante e, ao mesmo tempo, surpreendente: os adolescentes representam a maior parcela do grupo com dificuldades de locomoção.

De acordo com o Gráfico 4, observa-se uma tendência distinta daquela apresentada pelo Censo 2022, que aponta cerca de 2,6 milhões de brasileiros com algum grau de dificuldade de locomoção. Diante disso, torna-se necessário retomar os dados referentes ao cenário brasileiro de PMRs, a fim de evidenciar o público-alvo e reforçar a importância dos auxílios oferecidos por dispositivos eletrônicos que facilitam a convivência diante das restrições de mobilidade. Essa discrepância demonstra que o contexto local do Guaracy Silveira possui características particulares, possivelmente relacionadas a:

- condições socioambientais da comunidade;
- histórico de saúde ou incidência de acidentes;
- maior presença de jovens com limitações motoras temporárias ou permanentes.

Esse resultado reforça a necessidade de adaptar o foco do projeto às especificidades do público local, visto que os adolescentes, embora geralmente mais familiarizados com tecnologia, podem ainda enfrentar barreiras relacionadas a:

- acesso financeiro às tecnologias assistivas;
- letramento digital funcional;
- informação sobre soluções eletrônicas de apoio à mobilidade.

Assim, mesmo sendo um grupo mais próximo do universo digital, os adolescentes do Guaracy Silveira enquadram-se no cenário de infoexclusão descrito no capítulo — uma exclusão que não se fundamenta apenas na idade, mas também nas condições sociais e no acesso limitado a dispositivos e conhecimentos tecnológicos.

Portanto, o projeto deve fundamentar-se na simplicidade e na praticidade de uso, aliando utilidade e assimilação por parte do grupo-alvo com menor capacidade de mobilidade, que apresenta reduzido entendimento sobre tecnologia em seu sentido mais abrangente.

Dessa forma, a difusão da alfabetização cibernética promove a cidadania digital, contribuindo para a redução da infoexclusão e fomentando uma sociedade mais interativa, justa, inclusiva e igualitária. Tal perspectiva favorece o convívio social e o bem-estar da população mais fragilizada sob a ótica digital, conforme analisado por VIVIANI *et al.* (2023).

## **5.1 FORMULAÇÃO DE IDEIAS PARA O PROJETO**

### **5.2 PROBLEMÁTICA**

Este projeto tem como foco facilitar as condições de vida de indivíduos com mobilidade reduzida, por meio do desenvolvimento de um robô capaz de realizar a locomoção de pequenos objetos mediante controle via bluetooth, com o intuito de favorecer a convivência e a autonomia no ambiente doméstico.

Além disso, o projeto busca oferecer uma solução de menor custo em comparação às opções disponíveis no mercado, fazendo uso de materiais e componentes mais acessíveis, sem comprometer a qualidade, a segurança ou a eficiência do equipamento. Contudo, essa proposta apresenta dificuldades, visto que as características desejadas costumam estar associadas a custos elevados.

Nesse contexto, é importante destacar alguns desafios técnicos e estruturais enfrentados no desenvolvimento de uma solução de baixo custo. A disponibilidade reduzida de componentes mais baratos — especialmente aqueles que apresentam boa durabilidade e precisão — pode limitar o desempenho geral do robô e aumentar a necessidade de manutenções. Outro problema recorrente está relacionado ao superaquecimento de servomotores, sobretudo quando instalados em posições inadequadas ou submetidos a esforços superiores aos especificados pelo fabricante, o que pode comprometer a vida útil do sistema e gerar riscos de falha mecânica. Soma-se a isso a limitação da autonomia energética, uma vez que baterias de menor custo tendem a apresentar menor capacidade e desgaste acelerado, impactando o tempo de operação contínua do robô.

Dessa forma, reforça-se que o objetivo principal do projeto não é solucionar todas as dificuldades relacionadas à mobilidade de Pessoas com Mobilidade Reduzida (PMRs), mas contribuir de maneira prática para o transporte e o deslocamento de pequenos objetos no contexto doméstico. O foco está em proporcionar maior autonomia, conforto e qualidade de vida, ao mesmo tempo em que se enfrentam e analisam os desafios técnicos inerentes ao desenvolvimento de uma tecnologia acessível e funcional.

### **5.3 HIPÓTESES**

O projeto descrito surge em um contexto em que a população de pessoas com mobilidade reduzida (PMRs) compreende cerca de 5,2 milhões de indivíduos brasileiros, dos quais aproximadamente 2,7 milhões apresentam dificuldade para o manuseio de pequenos utensílios, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Censo IBGE, 2022). Nesse cenário, a proposta aparece como uma alternativa de menor custo em um contexto no qual o auxílio destinado a esses indivíduos ainda não é amplamente difundido.

A solução proposta para o problema consiste no desenvolvimento de um robô que apresenta: um sistema de locomoção controlado por meio de um aplicativo, permitindo ao usuário definir para onde o dispositivo deve se deslocar; e um sistema eletrônico e mecânico destinado a segurar e transportar pequenos utensílios, igualmente acionado por comandos do aplicativo, do sistema embarcado Arduino UNO e de sua plataforma de desenvolvimento, o Arduino IDE.

Para o sistema mecânico responsável pela apreensão de pequenos utensílios, optou-se pela utilização de uma garra mecânica pré-fabricada, uma vez que a fabricação de um modelo próprio elevaria significativamente os custos, contrariando um dos principais objetivos do projeto. Nesse sentido, observa-se que os módulos utilizados, embora constituam as opções mais viáveis do mercado, ainda apresentam custos relativamente elevados. Assim, torna-se necessária uma pesquisa mais aprofundada e detalhada, aliada à futura popularização do protótipo robótico, o que poderá acarretar redução de custos em etapas posteriores.

## **6.1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO PROJETO**

Este capítulo se destina àqueles que pretendem fazer uso do veículo e da garra, para auxiliar nas atividades de âmbito domiciliar, ou para aqueles que desejam compreender características técnicas do projeto.

## **6.2 MANUAL DE USO DO PROJETO**

A priori, faz-se necessário a instalação do aplicativo (app) “Arduino Bluetooth Controller”. Esse aplicativo pode ser instalado em todos os sistemas operacionais, não havendo quaisquer restrições para o seu uso: para os usuários de Android, basta instalar esse programa na Play Store, já no iOS, é preciso instalar o app pela App Store.

Figura 1 – Arduino Bluetooth Controller



Fonte: Arduino Bluetooth Controller

### **6.2.1 ARDUINO BLUETOOTH CONTROLLER**

Esse app possibilita o controle da supracitada placa de prototipagem via Bluetooth com o uso do módulo eletrônico HC-05, responsável pela conversão de sinais de comunicação para o Arduino. O aplicativo possui uma interface intuitiva e viabiliza suas funções até mesmo para iletrados digitais. Após a etapa básica, a etapa final consiste no pressionamento dos botões para ligar o robô e, depois disso, fazer o pareamento do Módulo HC-05 com o aplicativo. Serão utilizados dois botões, em razão do uso das duas fontes de alimentação, de 9V e de 12V, respectivamente para o Arduino e para o driver L298N.

Logo, é imprescindível a posse de um dispositivo móvel para o devido controle da movimentação das rodas e da garra do robô, porém o uso de demais produtos vinculados ao controle é completamente dispensável, de modo que o autômato seja comandado com facilidade a partir de a partir de instruções básicas, evidenciadas pelo manual.

### **6.2.2 PRECAUÇÕES NO USO DO VEÍCULO E DA GARRA**

Para o uso do veículo e da garra, são necessárias certas precauções.

No caso do veículo, é importante não deixar com que ele realize choques de altas magnitudes com superfícies, pois é possível que os motores se danifiquem ou o chassi do carro obtenha algum dano.

E para a garra, deve-se tomar cuidado para não agarrar objetos demasiadamente pesados, para que a garra não se incline na direção de fora do veículo, ou um objeto de dimensões muitos grandes, para que o ângulo limite do servo motor não seja excedido e danifique o motor.

### **6.2.3 PRECAUÇÕES NA RECARGA DA BATERIA DO DRIVER L298N**

A fonte de tensão do driver L298N é uma bateria de lítio - íon de 12V, possibilitando a sua recarga; para que a bateria conduza a energia produzida, é necessário pressionar o botão vermelho sinalizado como “motores”.

Entretanto, no momento da recarga da bateria é fundamental que este botão esteja desapertado, para que a corrente elétrica resultante não seja conduzida e não ocorra nenhum dano à bateria, como por exemplo, maior tempo para a recarga da bateria e geração de energia térmica a partir da dissipação de corrente.

## **6.3 MANUAL DE INSTALAÇÃO DO PROJETO**

A instalação do projeto consiste em compreender o circuito elétrico e o código de programação integrado ao microcontrolador, para que seja possível a construção própria do projeto, se desejar.

### **6.3.1 CIRCUITO ELÉTRICO**

Em primeiro lugar, é necessário alimentar o Arduino UNO e o driver L298N; para o Arduino, foi escolhido uma alimentação de 9V, que pelo regulador de tensão interno, alimentará o servo motor e o módulo Bluetooth HC-05 com uma tensão de 5V; e para o driver L298N, optou-se por uma alimentação de 12V a partir de baterias recarregáveis de lítio – íon.

A seguir, estão explicadas as conexões mais importantes do circuito e suas funções dentro do projeto.

#### **6.3.1.1 CONEXÕES DO ARDUINO UNO**

**Pino 0(RX):** Conectado ao pino TXD do módulo Bluetooth HC-05.

**Pino 1(TX):** Conectado ao pino RXD do módulo Bluetooth HC-05 por meio de um divisor de tensão, pois o nível lógico “HIGH” é de 3.3V, e a tensão aplicada no pino TX é de 5V.

Sendo  $V_{in} = 5V$  e  $V_{out} = 3.3V$ , podemos chegar à conclusão de que  $R_2 \cong 2*R_1$  a partir da equação do divisor de tensão:

Figura 2 - Equação do divisor de tensão

$$V_{out} = V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Fonte: L das Neves Vicente - 2023 - pef.if.ufrj.br

As resistências selecionadas foram as de  $R_1 = 4k7\Omega$  e  $R_2 = 10k\Omega$ , onde, calculando o  $V_{out}$  para estes valores, ficaria em torno de 3.4V, muito próximo ao valor desejado de 3.3V.

**Pino 3:** Conectado ao fio “power” do servo motor, enviará sinais digitais para ele rotacionar e abrir ou fechar a garra mecânica.

**Pinos 4, 5, 6 e 7:** Conectados aos pinos N1, N2, N3 e N4 do driver L298N, respectivamente.

### 6.3.1.2 Conexões do driver L298N

**Saídas A e B:** Conectadas aos quatro motores DC do veículo, a saída A controla os dois motores da direita do veículo, e a saída B controla os dois motores da esquerda do veículo.

### 6.3.2 CÓDIGO DE PROGRAMAÇÃO

Para compreender o código, é necessário separá-lo em duas partes: o código que controla a rotação dos quatro motores DC, ou seja, rege a movimentação do veículo, e o código

que controla a amplitude de abertura da garra mecânica, ou seja, o ângulo de rotação do servo motor.

### 6.3.2.1 CÓDIGO DE CONTROLE DOS MOTORES DC

Primeiramente, necessita-se definir o estado lógico inicial dos pinos digitais.

Os pinos 4, 5, 6 e 7 são definidos como saídas digitais para transferir os dados do bluetooth para o driver L298N.

Figura 3 – Definição dos estados lógicos iniciais dos pinos

```
void setup(){
    Serial.begin(9600);

    pinMode(4, OUTPUT);
    pinMode(5, OUTPUT);
    pinMode(6, OUTPUT);
    pinMode(7, OUTPUT);
```

Fonte: Do próprio autor, 2025.

Após isto, define-se como o estado lógico dos pinos irá se alterar de acordo com os dados recebidos pelo bluetooth, que posteriormente irão rotacionar os motores DC depois de passar pelo driver L298N.

Os pinos 4 e 5 são responsáveis pela movimentação das rodas da direita do veículo para frente e para trás, respectivamente; E os pinos 6 e 7 são responsáveis pela movimentação das rodas da esquerda do veículo para frente e para trás, respectivamente.

Para a movimentação do veículo, foram definidos 5 dados no void loop do código, utilizando a variável “data” mencionada anteriormente.

F: Movimenta o veículo para frente.

T: Movimenta o veículo para trás.

D: Movimenta o veículo para a direita.

E: Movimenta o veículo para a esquerda.

P: Dado para interromper a movimentação do veículo.

Figura 4 – Sinais enviados para os motores DC

```
void loop() {
    if (Serial.available() > 0) {
        data = Serial.read();
        switch (data)
        {
            case 'F':
                digitalWrite(4, HIGH);
                digitalWrite(5, LOW);
                digitalWrite(6, HIGH);
                digitalWrite(7, LOW);
                break;
            case 'T':
                digitalWrite(4, LOW);
                digitalWrite(5, HIGH);
                digitalWrite(6, LOW);
                digitalWrite(7, HIGH);
                break;
            case 'D':
                digitalWrite(4, LOW);
                digitalWrite(5, HIGH);
                digitalWrite(6, HIGH);
                digitalWrite(7, LOW);
                break;
            case 'E':
                digitalWrite(4, HIGH);
                digitalWrite(5, LOW);
                digitalWrite(6, LOW);
                digitalWrite(7, HIGH);
                break;
        }
    }
}
```

```
case 'P':  
    digitalWrite(4, LOW);  
    digitalWrite(5, LOW);  
    digitalWrite(6, LOW);  
    digitalWrite(7, LOW);  
    break;  
}
```

Fonte: Do próprio autor, 2025.

### 6.3.2.2 CÓDIGO DE CONTROLE DO SERVO MOTOR.

O servo motor tem como função controlar a abertura da garra mecânica, como citado previamente.

No projeto descrito, o pino 3 é atribuído como saída lógica para o servo motor, onde cada comando irá alterar o ângulo de rotação dele.

Figura 5 - Definição do pino para o controle do servo motor

```
servoGarra.attach(3);  
servoGarra.write(anguloGarra);  
}
```

Fonte: Autoria própria

Primeiramente, declara-se a variável responsável por receber a atribuição dos ângulos intermediários de abertura e fechamento, e define-se o ângulo inicial sendo de 90°.

Figura 6 - Definição do ângulo inicial do servo motor

```
Servo servoGarra;  
int anguloGarra = 90;
```

Fonte: Autoria própria

Após as definições iniciais, atribuímos dois valores distintos de “data” para a movimentação da garra.

X: A cada dado “X” recebido pelo Arduino, o motor rotaciona 10° a mais, fechando a garra levemente, com limite no ângulo de 120°

A: A cada dado “A” recebido pelo Arduino, o motor rotaciona 10° a menos, abrindo a garra levemente, com limite no ângulo de 60°

Também foi adicionado um pequeno delay de 100ms para que um sinal enviado não sobressaia o outro.

Figura 7 – Sinais enviados para o servo motor

```
if(data == 'X'){

    if(anguloGarra < 120){
        anguloGarra +=10;
        servoGarra.write(anguloGarra);
    }
    delay(100);
}

if(data == 'A'){

    if(anguloGarra > 60){
        anguloGarra -=10;
        servoGarra.write(anguloGarra);
    }
    delay(100);
}
```

Fonte: Do próprio autor, 2025.

## 6.4 MANUAL DE MANUTENÇÃO DO PROJETO

As principais componentes que merecem observação para possíveis manutenções são as baterias (9V para o Arduino e 12V para o driver L298N), ligações presentes nas placas (fiações), componentes eletrônicos, peças da garra mecânica e o chassi do veículo.

#### **6.4.1 BATERIAS**

A bateria de 9V do Arduino é alcalina e necessitará de troca toda vez que sua carga chegar ao final, optamos pela bateria alcalina de 9V pois é uma opção barata e de simples aquisição, além de estar dentro do limite seguro de tensão de alimentação do Arduino (5V a 12V).

A bateria de 12V do driver L298N é recarregável, sendo necessário desligar o projeto e recarregá-la toda vez que se mostrar necessário. O motivo da escolha de 12V é a eficiência da bateria, para que a carga não acabe rápido e o projeto possa durar mais tempo em funcionamento.

#### **6.4.2 COMPONENTES E FIAÇÃO**

As precauções para as ligações e para os componentes se limitam a placa de circuito elétrico confeccionada de autoria própria, onde estão os fios condutores para os pinos 0, 1, 5V e GND, que conectam o módulo HC-05 ao Arduino, e os resistores do divisor de tensão. Entretanto, estes citados apenas poderiam ser reparados por um técnico especializado, e não necessitam de manutenção contínua como as baterias.

#### **6.4.3 MATERIAL DO CHASSI E DA GARRA**

O material do chassi do veículo é majoritariamente composto de madeira, o que requer certo cuidado para não causar rachaduras ou farpas no material. A madeira foi escolhida pois é um material barato, de fácil aquisição e leve, para permitir a locomoção do veículo facilmente.

Já a garra, fora escolhido um material mais resistente para conseguir agarrar objetos de forma consistente, o alumínio, que não possui muitos cuidados para a manutenção, apenas seria necessário se a garra deslocasse por conta do peso do objeto agarrado, ou ocorresse um eventual deslocamento das engrenagens do sistema mecânico.

## 6.5 MANUAL DE CONFECÇÃO DO PROJETO

A confecção do projeto consiste na utilização do microcontrolador Arduino UNO, motores DC, servo motores, um driver para o controle dos motores, o módulo Bluetooth para o controle do carro e da garra a partir do dispositivo móvel.

A seguir, estão as especificações técnicas dos componentes utilizados no projeto, assim como as configurações do código e do circuito utilizados no projeto.

### 6.5.1 MICROCONTROLADOR ARDUINO UNO

Figura 8 – Arduino UNO



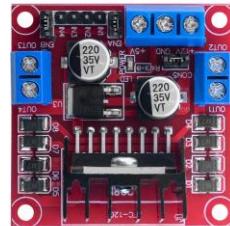
Fonte: S Samsugi, Z Mardiyansyah, A Nurkholis - 2020 - academia.edu

O Microcontrolador Arduino UNO, desenvolvido pela empresa italiana Smart Projects, tem como função receber os dados do Bluetooth e interpretá-los para os pinos digitais, onde serão transferidos para os motores DC ou servo motores.

Os pinos digitais utilizados serão os pinos 4, 5, 6 e 7, definidos para controlar o estado lógico dos quatro motores DC por meio do driver L298N, e o pino 3, que controlará os dados fornecidos ao servo motor da garra e conta com suporte PWM, que permite controlar a velocidade de rotação do motor.

### 6.5.2 DRIVER DE MOTOR DC L298N

Figura 9 – L298N



Fonte: Projecthub.arduino.cc – 2024

O driver de motor DC tem como objetivo transferir o sinal lógico interpretado do Arduino para os motores DC, fazendo com que estes executem os movimentos que cada pino do módulo está configurado para exercer.

N1: Move os motores da direita do veículo para frente.

N2: Move os motores da direita do veículo para trás.

N3: Move os motores da esquerda do veículo para frente.

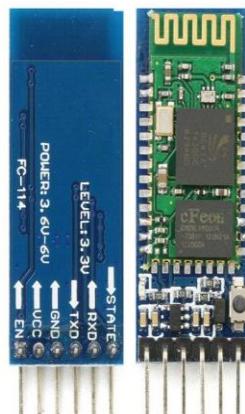
N4: Move os motores da esquerda do veículo para trás.

O pino N1 do L298N está conectado ao pino lógico 4 do Arduino UNO, assim como o N2 ao pino 5, o N3 ao pino 6 e o N4 ao pino 7.

Quando o estado lógico dos pinos digitais se altera, diferentes movimentos são executados pelos motores, como é exposto na execução do programa (void loop).

### 6.5.3 MÓDULO BLUETOOTH HC-05

Figura 10 - HC05



Fonte: lastminuteengineer -2023

O módulo Bluetooth HC-05 irá transferir o sinal transmitido pelo celular para o Arduino UNO via Bluetooth.

O módulo HC-05 possui a seguinte pinagem:

RXD (Receive Data): Recebe os dados transmitidos para o módulo via Bluetooth e interpreta-os para o Arduino.

TXD (Transmit Data): Transfere os dados recebidos pelo Arduino para o dispositivo móvel por intermédio do Bluetooth.

Ou seja, percebe-se que o módulo HC-05 pode atuar tanto como Master (Transmissão de dados) tanto como Slave (Recebimento de dados).

#### **6.5.4 MOTOR DC 3V - 6V**

Figura 11 – Motor DC 3V - 6V



Fonte: CS Barros Júnior - 2022

O motor DC 3V – 6V será utilizado no projeto para controlar a rotação das rodas do veículo, de acordo com o sinal recebido no driver L298N, anteriormente citado.

O veículo terá a opção de se locomover para frente, para trás, para a direita e para a esquerda, com apenas um comando sendo executado por vez.

#### **6.5.5 SERVO MOTOR**

Figura 12 – Sevo motor



Fonte: Robótica Educacional Brasil

O servo motor será utilizado para controlar a amplitude da abertura da garra mecânica, sendo o ângulo de abertura total de 30°, e o ângulo de fechamento total de 100°.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Sob esse panorama, o robô apresenta-se como uma alternativa destinada a auxiliar pessoas com mobilidade reduzida (PMRs) no ambiente residencial, por meio do uso de robótica assistiva, sistemas eletrônicos, microcontroladores e programação. Além disso, materiais de baixo custo foram empregados na construção da carcaça do veículo e da garra mecânica — madeira e alumínio, respectivamente — possibilitando uma manutenção acessível e contribuindo para a durabilidade do produto.

Há também contribuição no campo educacional, uma vez que o projeto atua como objeto de letramento digital. A presença de conexão bluetooth favorece a predisposição à aprendizagem, característica fundamental para a adaptação dos imigrantes digitais às tecnologias contemporâneas.

No âmbito teórico, o projeto contou com pesquisas metodológicas de natureza bibliográfica, por meio da análise de artigos e trabalhos científicos, bem como com pesquisa experimental, envolvendo a coleta de dados sobre o conhecimento referente às PMRs e às tecnologias assistivas no ambiente da ETEC Guaracy Silveira. Esse processo forneceu uma base sólida de informações para a adequação do protótipo à realidade brasileira. Nesse sentido, destaca-se a existência de problemáticas relacionadas à confecção do robô, como a escolha de componentes ideais para o projeto — que devem apresentar baixo custo e alta durabilidade — e a seleção do material mais apropriado, que combine baixo custo de manutenção com viabilidade estrutural para o protótipo eletrônico.

Ademais, a possibilidade de enfrentar tais desafios por meio de uma estruturação ampliada mostra-se viável, uma vez que o projeto permite inovações futuras, possibilitando uma melhoria contínua de seus atributos. Assim, o robô revela-se adequado ao cumprimento de seu objetivo inicialmente proposto: auxiliar no transporte residencial de medicamentos de pequeno porte, de modo a facilitar a rotina de seus usuários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÂNGELO, João Carlos. **Pesquisa quantitativa**: métodos e aplicações. Belo Horizonte: UFMG, 2020.
- ANGÉLICA, Maria. **A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos**. São Paulo: Atlas, 2021.
- BASTOS, Luiz; KELLER, Vicente. **Pesquisa científica**: fundamentos e metodologia. Rio de Janeiro: EDUERJ, 1995.
- BEIER, M. E.; ACKERMAN, P. L. **Determinants of performance in the learning and transfer of complex skills**: an individual differences perspective. *Journal of Experimental Psychology*, v. 11, n. 4, p. 357–394, 2005.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 2926/2024: institui o Programa Nacional de Tecnologia Assistiva para Idosos. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2024. Disponível em: <https://www.camara.leg.br>. Acesso em: 05 nov. 2025.
- CHAGAS, R.; RABELLO, F. **Tecnologias assistivas e robótica social aplicadas à mobilidade**. In: ABBINK, D. (org.). *Robótica e sociedade contemporânea*. São Paulo: Ed. Senac, 2024. p. 9–15.
- ENGEL GERHARDT, Tatiana; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br>. Acesso em: 05 nov. 2025.
- G1. **Brasil tem 18,6 milhões de pessoas com dificuldade de locomoção**, diz IBGE. G1, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com>. Acesso em: 05 nov. 2025.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo demográfico 2022: população idosa e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 nov. 2025.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **World report on assistive technology**. Geneva: WHO, 2022. Disponível em: <https://www.who.int>. Acesso em: 05 nov. 2025.
- SELBER, Stuart A. **Multiliteracies for a digital age**. Carbondale: Southern Illinois University Press, 2004.
- FRIEMEL, Thomas. **The digital divide has grown old**: Determinants of a digital divide among seniors. *New Media & Society*, Bremen, v. 18, p. 1-2, 2016. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/273598866\\_The\\_digital\\_divide\\_has\\_grown\\_old\\_Determinants\\_of\\_a\\_digital\\_divide\\_among\\_seniors](https://www.researchgate.net/publication/273598866_The_digital_divide_has_grown_old_Determinants_of_a_digital_divide_among_seniors). Acesso em: 13 jun. 2025.

BUZATO, Marcelo. **Letramentos Digitais e Formação de Professores**. EducaRede, São Paulo. 2006. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/242229367\\_Letramentos\\_Digitais\\_e\\_Formacao\\_de\\_Professores](https://www.researchgate.net/publication/242229367_Letramentos_Digitais_e_Formacao_de_Professores). Acesso em: 14 jun. 2025.

RAYMUNDO, Taiuani; GIL, Henrique; BERNARDO, Lilian. **Desenvolvimento de Projetos de Inclusão Digital para Idosos**. Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento, [S. I.], v. 24, n. 3, 2019. Disponível em:

<https://seer.ufrgs.br/index.php/RevEnvelhecer/article/view/87420>. Acesso em: 13 jun. 2025.

VIVIANI, Cristiane; PARENTE, Lucas; IKUTA, Lídia; BATISTONI, Samila; SILVA, Thais. **Inclusão digital e seus benefícios para os idosos**. Revista Kairós-Gerontologia, [S. I.], v. 26, n. 33, 2023. Disponível em:

<https://kairosgerontologia.com.br/index.php/kairos/article/view/27>. Acesso em: 18 jun. 2025.

STRAUSS, Anselm; CORBIN, Juliet. **Pesquisa qualitativa**: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Pesquisa sobre o consumo de medicamentos no Brasil**. São Paulo: USP, 2022. Disponível em: <https://www.usp.br>. Acesso em: 05 nov. 2025.

**Human–robot interaction: challenges and opportunities in assistive robotics.** *Journal of Robotics*, v. 10, n. 2, p. 1–15, 2024.