

Centro Paula Souza
Etec Paulino Botelho
Técnico em Mecatrônica

Rodrigo Nunes Santos
Kauê Santos de Almeida
Matheus Felipe

CARRINHO PROGRAMADO POR ARDUÍNO

São Carlos
2026

Rodrigo Nunes Santos
Kauê Santos de Almeida
Matheus Felipe

CARRINHO PROGRAMADO POR ARDUÍNO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Técnico em
Mecatrônica da Etec Paulino Botelho, como
requisito parcial para obtenção do título de
Técnico em Mecatrônica, sob orientação do
Prof. Luiz Schiavoni Neto.

São Carlos
2026

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, apresentado à Etec Paulino Botelho - São Carlos, como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Mecatrônica, com nota final igual a _____, conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

Prof. Orientador
Etec Paulino Botelho

Prof. Membro 2
Etec Paulino Botelho

Prof. Membro 3
Etec Paulino Botelho

São Carlos, ____ de _____ de 20____.

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos familiares, pelo apoio, incentivo e compreensão durante todas as etapas do desenvolvimento do projeto. A todos que contribuíram direta ou indiretamente para esta conquista, expressamos nosso carinho e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, pela força, saúde e perseverança concedidas ao longo desta trajetória. Ao Prof. Luiz Schiavoni Neto, pela orientação, incentivo e pelas contribuições técnicas que auxiliaram no desenvolvimento do protótipo. Agradecemos também aos professores do curso Técnico em Mecatrônica, que compartilharam conhecimentos fundamentais para a realização deste projeto. Aos colegas, amigos e familiares, deixamos nosso reconhecimento pelo apoio, companheirismo e incentivo durante toda a construção do Trabalho de Conclusão de Curso.

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso apresenta o desenvolvimento de um protótipo de carrinho programado por Arduino, com capacidade de desvio automático de obstáculos e controle manual via Bluetooth. O sistema utiliza uma placa Arduino Uno como unidade central de processamento, duas pontes H L298N para o acionamento de quatro motores de corrente contínua, um sensor ultrassônico HC-SR04 para detectar obstáculos e um módulo Bluetooth HC-05 para comunicação com um aparelho celular. O projeto foi desenvolvido com direção por tração diferencial, permitindo que o carrinho realize curvas e giros no próprio eixo sem a necessidade de eixo direcional. A montagem elétrica foi organizada com protoboard para distribuição de 5 V, GND comum e divisor de tensão no pino RX do HC-05. A programação foi estruturada para alternar entre modo manual e modo automático, mantendo a leitura do sensor ultrassônico como recurso de segurança e decisão. Foram descritos a montagem, os componentes, a lógica de funcionamento e os procedimentos de teste do protótipo. O projeto demonstra a aplicação prática de conceitos de eletrônica, programação embarcada, automação e robótica móvel, contribuindo para o aprendizado técnico dos integrantes e servindo como base para melhorias futuras.

Palavras-chave: Arduino; Bluetooth; Carrinho autônomo; Sensor ultrassônico; Ponte H.

ABSTRACT

This final course project presents the development of an Arduino-controlled car prototype capable of automatically avoiding obstacles and being manually controlled via Bluetooth. The system uses an Arduino Uno board as the central processing unit, two L298N H-bridge modules to drive four direct current motors, an HC-SR04 ultrasonic sensor to detect obstacles and an HC-05 Bluetooth module to communicate with a mobile phone. The project was developed with differential drive, allowing the vehicle to turn and rotate around its own axis without a steering axle. The electrical assembly uses a breadboard to distribute 5 V, common ground and to build the voltage divider for the HC-05 RX pin. The software was structured to switch between manual and automatic modes, keeping ultrasonic sensor readings as a safety and decision-making resource. The assembly, components, operating logic and testing procedures of the prototype were described. The project demonstrates practical applications of electronics, embedded programming, automation and mobile robotics, contributing to the technical learning of the group and providing a basis for future improvements.

Keywords: Arduino; Bluetooth; Autonomous car; Ultrasonic sensor; H-bridge.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arquitetura funcional do protótipo.....	17
Figura 2 – Uso simplificado da protoboard.....	18
Figura 3 – Fluxo básico de funcionamento.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Mapa de pinos e conexões principais.....	15
Tabela 2 – Procedimentos de teste e critérios de validação.....	19
Tabela 3 – Lista de materiais do carrinho programado por Arduino.....	22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
3.1 Arduino Uno.....	12
3.2 Ponte H L298N.....	13
3.3 Sensor ultrassônico HC-SR04.....	13
3.4 Módulo Bluetooth HC-05.....	13
4 METODOLOGIA.....	14
4.1 Planejamento e seleção dos componentes	14
4.2 Montagem elétrica.....	14
4.3 Programação do sistema.....	15
4.4 Procedimentos de teste	16
5 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	16
5.1 Estrutura mecânica e tração diferencial	16
5.2 Mapa de ligações elétricas	17
5.3 Funcionamento do software	18
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
7 ACABAMENTO, SEGURANÇA E DURABILIDADE.....	20
8 CONCLUSÃO.....	21
9 LISTA DE MATERIAIS DO CARRINHO PROGRAMADO POR ARDUÍNO	22
REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

A automação e a robótica móvel estão cada vez mais presentes em ambientes educacionais, industriais e domésticos. Por meio da integração entre componentes eletrônicos, sensores, motores e programação, torna-se possível desenvolver sistemas capazes de realizar tarefas com menor intervenção humana. Nesse contexto, o uso do Arduino se destaca como uma alternativa acessível para projetos de aprendizagem, permitindo a criação de protótipos funcionais com baixo custo e grande possibilidade de adaptação.

O projeto desenvolvido consiste em um carrinho programado por Arduino, capaz de se deslocar, detectar obstáculos e executar manobras de desvio. Além do funcionamento automático, o protótipo possui controle manual via Bluetooth, possibilitando ao operador enviar comandos por um aplicativo Android. Dessa forma, o carrinho une dois modos de operação: o modo autônomo, voltado ao desvio de obstáculos, e o modo manual, voltado ao controle direto pelo usuário.

O chassi utilizado não possui eixo direcional, portanto a mudança de direção ocorre por tração diferencial. Nessa configuração, os motores do lado esquerdo e do lado direito podem girar em sentidos opostos, permitindo que o carrinho gire no próprio eixo, de forma semelhante a um veículo de esteira. Essa solução torna o sistema mais simples mecanicamente e adequado à proposta do projeto.

A importância do trabalho está na aplicação prática de conhecimentos estudados no curso Técnico em Mecatrônica, como acionamento de motores, leitura de sensores, comunicação serial, organização elétrica e programação embarcada. Além de demonstrar uma solução funcional, o projeto permite compreender dificuldades reais de montagem, como alimentação dos módulos, necessidade de GND comum, calibração de sensores e ajustes de software.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um protótipo de carrinho programado por Arduino, com capacidade de desviar automaticamente de obstáculos e também ser controlado manualmente por Bluetooth, aplicando conceitos de eletrônica, programação, automação e robótica móvel.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Projetar a integração entre Arduino Uno, pontes H, sensor ultrassônico e módulo Bluetooth;
- Realizar o acionamento de quatro motores DC por meio de duas pontes H L298N;
- Implementar controle manual por comandos enviados de um celular Android via Bluetooth;
- Desenvolver uma lógica automática de detecção e desvio de obstáculos;
- Utilizar direção por tração diferencial, adequada a um carrinho sem eixo direcional;
- Organizar a alimentação elétrica com GND comum, distribuição de 5 V e proteção do RX do módulo HC-05 por divisor de tensão;
- Testar o funcionamento do protótipo e identificar ajustes necessários para melhorar estabilidade e desempenho.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a construção do protótipo, foram utilizados componentes comuns em projetos de robótica educacional. A escolha desses módulos considerou disponibilidade, custo, facilidade de ligação e compatibilidade com a programação em Arduino.

3.1 Arduino Uno

O Arduino Uno é uma placa de desenvolvimento baseada no microcontrolador ATmega328P. De acordo com a documentação oficial, a placa

possui 14 pinos digitais de entrada e saída, 6 entradas analógicas, conexão USB, conector de alimentação e recursos suficientes para controlar sensores, módulos de comunicação e atuadores em projetos educacionais (ARDUINO, 2026).

No protótipo, o Arduino atua como unidade central de controle. Ele recebe comandos vindos do Bluetooth, realiza a leitura do sensor ultrassônico e envia sinais lógicos para as pontes H, que por sua vez acionam os motores.

3.2 Ponte H L298N

A ponte H L298N é utilizada para controlar motores de corrente contínua, permitindo inverter o sentido de rotação conforme os sinais aplicados em suas entradas. O circuito integrado L298 foi projetado para acionar cargas indutivas, como relés, solenoides, motores DC e motores de passo, aceitando níveis lógicos do tipo TTL (STMICROELECTRONICS, 2026).

Como o carrinho utiliza quatro motores DC, foram empregadas duas pontes H. Cada módulo ficou responsável por um conjunto de motores, permitindo movimentação para frente, ré, giro para a esquerda, giro para a direita e parada.

3.3 Sensor ultrassônico HC-SR04

O sensor ultrassônico HC-SR04 mede distância por meio da emissão e recepção de ondas ultrassônicas. O módulo emite um pulso pelo pino TRIG e calcula a distância com base no tempo de retorno do sinal recebido pelo pino ECHO. Datasheets do módulo indicam faixa típica de medição de aproximadamente 2 cm a 400 cm, dependendo das condições de uso (SPARKFUN, 2026).

No projeto, o sensor foi utilizado para identificar obstáculos posicionados à frente do carrinho. A leitura contínua da distância permite que o software interrompa o movimento quando um obstáculo estiver próximo e execute uma manobra de desvio.

3.4 Módulo Bluetooth HC-05

O módulo HC-05 permite comunicação serial sem fio entre o Arduino e um aparelho celular. Ele trabalha como uma interface Bluetooth de comunicação serial, possibilitando o envio de caracteres simples que são

interpretados pelo programa do Arduino como comandos de movimento (HC-05 DATA SHEET, 2026).

Como o pino RX do HC-05 trabalha com nível lógico inferior ao de 5 V, foi usado um divisor de tensão entre o pino de transmissão do Arduino e o RX do módulo. Essa proteção reduz o risco de danificar o módulo Bluetooth durante a comunicação.

4 METODOLOGIA

A metodologia adotada foi dividida em etapas de planejamento, seleção dos componentes, montagem elétrica, desenvolvimento da programação, testes individuais e validação do conjunto. Essa divisão permitiu localizar falhas com mais facilidade e ajustar o sistema sem comprometer todo o protótipo.

4.1 Planejamento e seleção dos componentes

Inicialmente, foram definidos os componentes principais do sistema: Arduino Uno, duas pontes H L298N, quatro motores DC, sensor ultrassônico HC-SR04, módulo Bluetooth HC-05, protoboard, resistores, jumpers, chassi, rodas e suporte de alimentação para os motores. A escolha priorizou componentes de fácil acesso e compatíveis com a proposta de baixo custo.

Após a definição dos componentes, foi elaborado o mapeamento de pinos do Arduino. Os pinos digitais D2 a D7 e as entradas analógicas A0 e A1 foram destinados ao controle das pontes H. O sensor ultrassônico foi ligado aos pinos D8 e D9, enquanto o módulo Bluetooth foi configurado nos pinos D10 e D11 por meio da biblioteca SoftwareSerial.

4.2 Montagem elétrica

A montagem elétrica foi planejada para separar a alimentação dos motores da alimentação lógica. O Arduino pode ser alimentado por cabo USB ou power bank, enquanto os motores recebem energia de um suporte de pilhas ou bateria compatível. Apesar da alimentação separada, todos os GNDs devem estar em comum para que os sinais enviados pelo Arduino sejam interpretados corretamente pelas pontes H e demais módulos.

A protoboard foi utilizada apenas para distribuir 5 V, reunir os GNDs e montar o divisor de tensão do RX do HC-05. Como foram usados resistores de 1 k Ω , o divisor foi feito com um resistor de 1 k Ω na parte superior e dois resistores de 1 k Ω em série na parte inferior, reduzindo a tensão aplicada ao RX do módulo Bluetooth.

Tabela 1 – Mapa de pinos e conexões principais

Componente	Pino do módulo	Pino ou ligação no Arduino	Observação técnica
HC-SR04	TRIG	D8	Pulso de disparo para medição de distância.
HC-SR04	ECHO	D9	Retorno do sinal ultrassônico.
HC-SR04	VCC/GND	5 V/GND	Alimentação lógica do sensor.
HC-05	TX	D10	Comunicação serial do Bluetooth para o Arduino.
HC-05	RX	D11	Ligação por divisor de tensão para proteção do módulo.
HC-05	VCC/GND	5 V/GND	Alimentação e referência comum.
Ponte H L298N 1	IN1, IN2, IN3, IN4	D2, D3, D4, D5	Controle dos motores de um dos lados do carrinho.
Ponte H L298N 2	IN1, IN2, IN3, IN4	D6, D7, A0, A1	Controle dos motores do outro lado do carrinho; A0 e A1 usados como saídas digitais.
Alimentação dos motores	+V e GND	Bateria e GND comum	O negativo da bateria deve ser ligado ao GND do Arduino e das pontes H.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

4.3 Programação do sistema

A programação foi desenvolvida em linguagem C/C++ na IDE Arduino. O código foi organizado em funções de movimento, leitura do sensor, leitura Bluetooth e execução do modo automático. Para melhorar a resposta do sistema, a lógica foi estruturada com temporização por `millis()`, evitando que o programa permanecesse bloqueado por longos atrasos.

No modo manual, o operador envia comandos pelo aplicativo Bluetooth. Os caracteres F, B, L, R e S representam, respectivamente, frente, ré,

esquerda, direita e parar. Os caracteres A e M alternam entre o modo automático e o modo manual. Mesmo no modo manual, a leitura do sensor deve continuar sendo executada para impedir que o carrinho dependa de um novo comando para reconhecer obstáculos próximos.

4.4 Procedimentos de teste

Os testes foram organizados em etapas para evitar que uma falha de ligação fosse confundida com erro de programação. Primeiro, foram conferidas as alimentações e o GND comum. Em seguida, testaram-se o sensor ultrassônico no monitor serial, a comunicação Bluetooth, o acionamento individual dos motores e, por fim, o funcionamento integrado dos modos manual e automático.

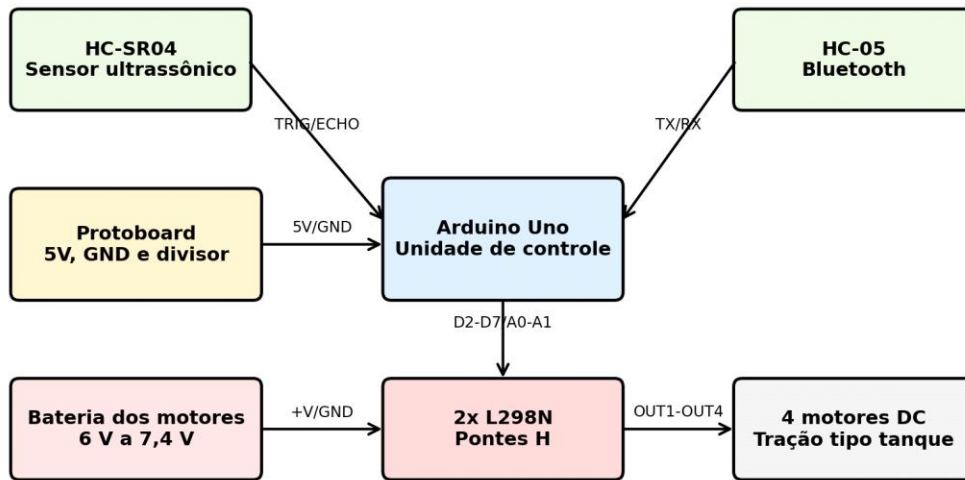
5 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

5.1 Estrutura mecânica e tração diferencial

O carrinho foi desenvolvido com quatro motores DC, sendo dois responsáveis pelo lado esquerdo e dois pelo lado direito. Essa divisão permite realizar movimentos para frente, ré, giro para a esquerda, giro para a direita e parada. Como não há eixo direcional, a lógica de movimento depende da inversão do sentido dos motores de cada lado.

A tração diferencial foi escolhida por simplificar a parte mecânica. Quando os motores dos dois lados giram no mesmo sentido, o carrinho se desloca para frente ou para trás. Quando um lado gira em sentido oposto ao outro, o protótipo realiza o giro no próprio eixo, característica útil para desvio de obstáculos em espaços reduzidos.

Figura 1 – Arquitetura funcional do protótipo

Arquitetura funcional do protótipo

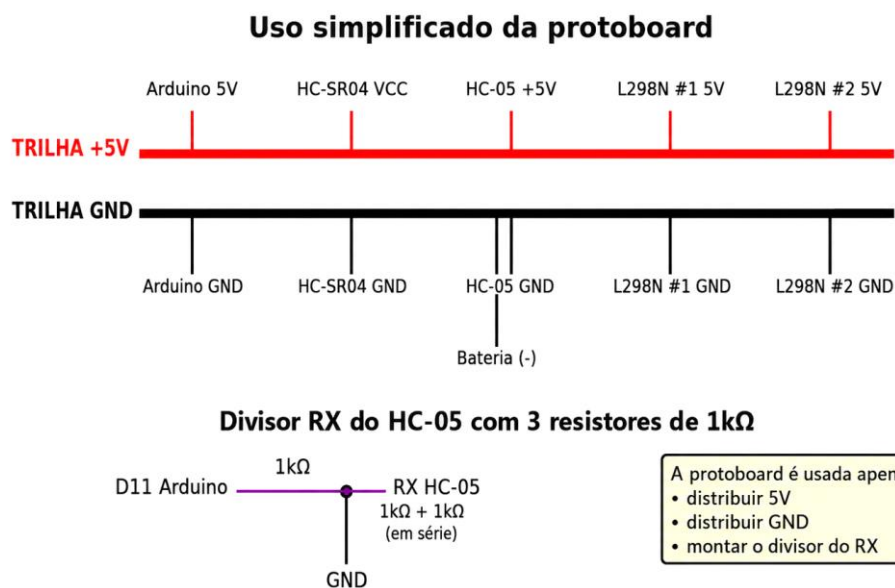
A

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

5.2 Mapa de ligações elétricas

O diagrama da protoboard representa a função principal da placa de ensaio no projeto: distribuir a alimentação de 5 V, reunir todos os GNDs e permitir a montagem do divisor de tensão do Bluetooth. A protoboard não foi utilizada para alimentar diretamente os motores, pois a corrente exigida por eles deve ser fornecida pela bateria e pelas pontes H.

Figura 2 – Uso simplificado da protoboard



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

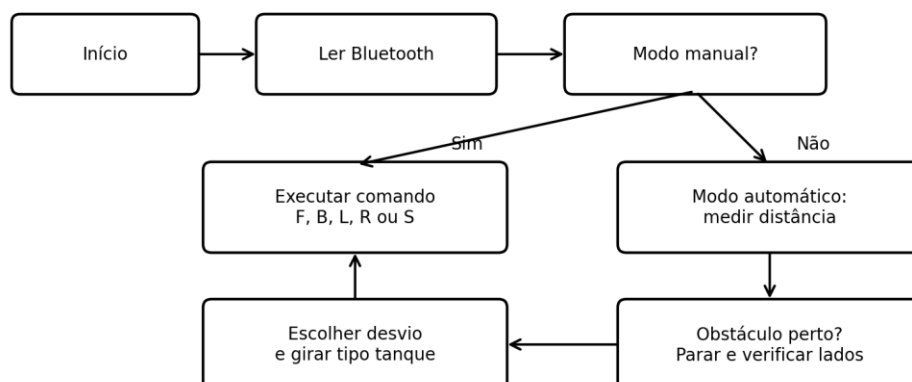
O ponto mais importante da montagem é o GND comum. Mesmo que o Arduino e os motores utilizem fontes de alimentação diferentes, os sinais de controle precisam de uma mesma referência elétrica. Sem essa ligação, podem ocorrer falhas intermitentes, motores sem resposta ou leituras incorretas dos módulos.

5.3 Funcionamento do software

O software permite alternar entre modo manual e modo automático. No modo manual, o operador envia comandos por Bluetooth. No modo automático, o carrinho mede a distância do obstáculo utilizando o sensor ultrassônico e decide se deve continuar em frente ou realizar uma manobra de desvio.

A lógica do modo automático deve funcionar de forma contínua. Quando a distância medida é maior que o limite programado, o carrinho segue em frente. Quando um obstáculo é detectado dentro do limite, o carrinho para, executa uma manobra de ré ou giro e volta a medir a distância. Essa leitura repetida evita que o protótipo permaneça parado aguardando um novo comando manual.

Figura 3 – Fluxo básico de funcionamento

Fluxo básico de funcionamento

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A validação do protótipo foi realizada por meio de testes qualitativos de funcionamento. O objetivo principal foi verificar se cada parte do sistema respondia corretamente antes da avaliação do conjunto completo. Essa forma de teste é adequada para protótipos didáticos, pois permite identificar problemas de ligação, alimentação, programação e calibração.

Tabela 2 – Procedimentos de teste e critérios de validação

Teste realizado	Resultado esperado	Resultado observado	Ajuste ou observação
Alimentação e GND comum	Todos os módulos devem compartilhar a mesma referência de GND.	O sistema apresenta maior estabilidade quando o negativo das fontes é interligado.	Manter todos os GNDs em comum e conferir a polaridade antes de ligar.
Comunicação Bluetooth	O aplicativo deve enviar caracteres reconhecidos pelo Arduino.	Os comandos F, B, L, R, S, A e M são usados para controlar movimentos e modos.	Evitar afastar demais o celular e manter pareamento correto do HC-05.
Acionamento dos motores	Os quatro motores devem responder conforme o comando enviado.	A tração diferencial permite frente, ré, giros e parada.	Inverter fios do motor ou ajustar lógica caso algum lado gire ao contrário.
Sensor ultrassônico	O sensor deve medir distância e detectar obstáculo à frente.	A leitura contínua permite bloqueio ou desvio quando há obstáculo próximo.	Calibrar a distância mínima de segurança no código.

Modo automático	O carrinho deve seguir em frente e desviar ao detectar obstáculo.	O comportamento depende da carga da bateria, atrito das rodas e tempo de giro.	Ajustar tempos de ré/giro e testar em superfície plana.
Modo manual com segurança	O carrinho deve responder ao usuário sem ignorar obstáculos próximos.	A leitura do sensor deve continuar no laço principal do programa.	Evitar delays longos; preferir temporização por millis().

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os resultados mostram que o uso da tração diferencial é compatível com o chassi adotado, pois elimina a necessidade de eixo direcional e permite giros no próprio eixo. Essa característica facilita o desvio de obstáculos e reduz a complexidade mecânica do projeto.

Outro ponto importante observado foi a influência da alimentação elétrica. Quando a tensão da bateria dos motores diminui, o carrinho pode perder força, alterar o tempo de giro e apresentar comportamento diferente do esperado. Por isso, os testes finais devem ser feitos com bateria carregada e em uma superfície plana.

A leitura do sensor ultrassônico também exige calibração. Objetos muito inclinados, estreitos ou com superfície irregular podem refletir o som de maneira diferente, prejudicando a medição. Assim, a distância mínima de segurança deve ser ajustada de acordo com o ambiente de teste e com a velocidade do carrinho.

Em relação ao Bluetooth, o uso de comandos simples por caracteres facilita a programação e a identificação de erros no monitor serial. Entretanto, como melhoria, recomenda-se desenvolver um aplicativo com botões personalizados, tornando o controle mais visual e intuitivo para a apresentação do projeto.

7 ACABAMENTO, SEGURANÇA E DURABILIDADE

Para garantir melhor organização e durabilidade da montagem, os componentes eletrônicos devem ser fixados de forma firme ao chassi, evitando vibração excessiva durante o deslocamento. A fixação pode ser feita com abraçadeiras de nylon, fita dupla face de boa aderência, velcro adesivo ou

suportes próprios, evitando o contato direto entre trilhas metálicas das placas e superfícies condutivas.

A passagem dos fios deve ser organizada de modo que não encoste nas rodas ou motores. Também é recomendado identificar os fios por cores, utilizando vermelho para 5 V ou positivo, preto para GND e outras cores para sinais de controle. Essa organização facilita a manutenção, evita curtos-circuitos e torna a apresentação do projeto mais clara.

Como melhoria de segurança, recomenda-se instalar uma chave liga/desliga entre a bateria dos motores e as pontes H. Essa chave permite interromper rapidamente a alimentação em caso de ligação incorreta, travamento mecânico ou comportamento inesperado do software.

Também é importante proteger as placas contra impactos e contato acidental com partes metálicas. Uma base isolante sob o Arduino, as pontes H e o módulo Bluetooth reduz o risco de curto-circuito e aumenta a durabilidade do protótipo durante os testes e demonstrações.

8 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do carrinho programado por Arduino demonstrou a possibilidade de construir um sistema robótico simples, funcional e de baixo custo, integrando sensores, motores, comunicação Bluetooth e lógica de programação. O projeto permitiu aplicar na prática conceitos estudados no curso Técnico em Mecatrônica, especialmente nas áreas de eletrônica, automação e controle de motores.

A utilização do sensor ultrassônico HC-SR04 possibilitou a detecção de obstáculos, enquanto o módulo HC-05 permitiu o controle manual por celular. As pontes H L298N foram fundamentais para o acionamento dos motores e para a execução dos giros do tipo tanque, adequados ao chassi sem eixo direcional. A protoboard contribuiu para organizar a distribuição de 5 V, o GND comum e o divisor de tensão do Bluetooth.

Conclui-se que o protótipo atende à proposta principal de demonstrar um carrinho com controle manual e desvio automático de obstáculos. Além do produto final, o processo de construção permitiu compreender problemas

práticos, como falhas por GND não comum, necessidade de calibração do sensor, influência da bateria no desempenho dos motores e importância de uma programação sem bloqueios longos.

Como melhorias futuras, recomenda-se adicionar controle de velocidade por PWM, sensores laterais, suporte mecânico mais robusto, bateria de maior autonomia, chave liga/desliga e um aplicativo próprio com botões personalizados. Essas melhorias podem tornar o carrinho mais estável, seguro e adequado para demonstrações em diferentes ambientes.

9 LISTA DE MATERIAIS DO CARRINHO PROGRAMADO POR ARDUÍNO

A tabela a seguir apresenta os principais materiais utilizados no protótipo, com os valores estimados informados pelos autores. Os custos podem variar conforme fornecedor, marca, frete e data de compra.

Tabela 3 – Lista de materiais do carrinho programado por Arduino

Item	Descrição	Qtd.	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
1	Arduino Uno	1	R\$ 34,00	R\$ 34,00
2	Módulo Bluetooth HC-05	1	R\$ 36,00	R\$ 36,00
3	Sensor ultrassônico HC-SR04	1	R\$ 10,90	R\$ 10,90
4	Ponte H L298N	2	R\$ 15,50	R\$ 31,00
5	Motor DC 3-6 V	4	R\$ 2,90	R\$ 11,60
6	Protoboard	1	R\$ 8,90	R\$ 8,90
7	Resistores 1 kΩ	3	R\$ 0,50	R\$ 1,50
8	Suporte de pilhas ou bateria	1	R\$ 4,90	R\$ 4,90
9	Jumpers e fios	Diversos	R\$ 27,90	R\$ 27,90
10	Chassi e rodas	1 conjunto	R\$ 40,00	R\$ 40,00
			Total estimado:	R\$ 206,70

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

REFERÊNCIAS

ARDUINO. Arduino Uno Rev3. Disponível em:

<https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3>. Acesso em: 19 jun. 2026.

ELETROGATE. Componentes para robótica e Arduino. Disponível em:

<https://www.eletrogate.com>. Acesso em: 19 jun. 2026.

HC-05 DATA SHEET. HC-05 Bluetooth to serial port module. Disponível em:

https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/HC-05%20Datasheet.pdf. Acesso em: 19 jun. 2026.

KALATEC. Motores, automação e componentes mecatrônicos. Disponível em:

<https://www.kalatec.com.br>. Acesso em: 19 jun. 2026.

SPARKFUN. Ultrasonic Ranging Module HC-SR04. Disponível em:

<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2026.

STMICROELECTRONICS. L298: dual full-bridge driver. Disponível em:

<https://www.st.com/resource/en/datasheet/l298.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2026.