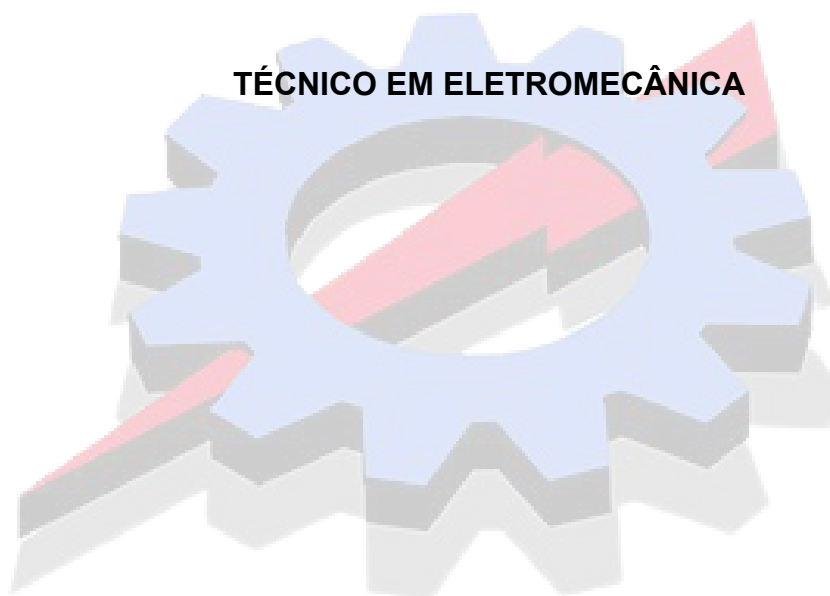


ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA



SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMATIZADO PARA CLÍNICAS VETERINÁRIAS

MIGUEL RODRIGUES OCANA

MILENA CUNHA SIQUEIRA

SÃO LEOPOLDO

2025

MIGUEL RODRIGUES OCANA
MILENA CUNHA SIQUEIRA

SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMATIZADO PARA CLÍNICAS VETERINÁRIAS

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletromecânica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação do/a professora Linamir Rodrigues da Rosa e coorientação do professor Adriano Santos.

SÃO LEOPOLDO
2025

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema automatizado para clínicas veterinárias, com o objetivo de otimizar o transporte de medicamentos dentro do ambiente clínico, proporcionando maior eficiência, segurança e conforto. A pesquisa foi realizada com base em estudos sobre automação, ergonomia e bem-estar, buscando integrar tecnologia e funcionalidade no atendimento veterinário. O sistema proposto consiste em um transporte automatizado que utiliza sensores para deslocar os medicamentos entre setores como, consultórios, centro cirúrgico e internação, reduzindo o esforço físico dos profissionais e minimizando o tempo gasto pelos veterinários. Foram analisadas as necessidades operacionais das clínicas, a viabilidade técnica do protótipo e os benefícios gerados pela automação no fluxo de trabalho. Além disso, o projeto segue normas de segurança e prioriza a adaptação às diferentes estruturas físicas das clínicas, permitindo personalização e fácil manutenção. Os resultados indicam que a implementação do sistema contribui para a melhoria da gestão interna, otimização do tempo de atendimento e maior qualidade nos serviços prestados. Este estudo reforça a importância da aplicação de soluções tecnológicas no setor veterinário, apresentando um protótipo funcional e viável para utilização prática, alinhado às necessidades atuais do mercado e aos avanços da automação.

Palavras-chave: Automação; Clínicas veterinárias; Transporte automatizado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -ARDUINO	18
Figura 2 - Módulo de Wi-Fi	19
Figura 3 - Módulo de sensor de linha	20
Figura 4 - Bateria	21
Figura 5 - Base de acrílico	22
Figura 6 - Cabos jumper	23
Figura 7 - Protoboard	24
Figura 8 - esquema elétrico	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estado da arte	12
Tabela 2 – Cronograma	30
Tabela 3 - Recursos	31

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT Associação Brasileira de normas técnicas

NBR Norma Brasileira regulamentadora

LISTA DE SÍMBOLOS

V	Voltz
---	-------

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	10
1.2 PROBLEMA	10
1.3 OBJETIVOS	10
1.3.1 Objetivo Geral	10
1.3.2 Objetivos Específicos	10
1.4 JUSTIFICATIVA	11
2. ESTADO DA ARTE	12
2.1 DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE MEDICAMENTOS.	12
2.2 DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE MEDICAMENTOS SÓLIDOS PARA PACIENTES MEDIANTE USO DE SISTEMAS EMBEBIDOS.	13
2.3 DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ MÓVEL CONTROLADO POR ARDUÍNO NA CULTURA MAKER.	13
2.4 SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMATIZADO PARA CLÍNICAS VETERINÁRIAS.	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 SISTEMAS AUTOMATIZADOS	15
3.2 NBR IEC 60601-1 – EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS	16
3.3 INTERNET DAS COISAS (LOT) E CONTROLE REMOTO	16
3.4 ERGONOMIA E DESIGN FUNCIONAL	17
3.5 ARDUINO	18
3.6 MÓDULO SENSOR DE WI-FI	19
3.7 MÓDULO DE SENSOR DE LINHA.	20
3.8 BATERIA	21
3.9 BASE DE ACRÍLICO	22
3.10 CABOS JUMPER	23
3.11 PROTOBOARD	24
3.12 AUTOMAÇÃO HOSPITALAR	25
4. METODOLOGIA	26
4.1 TIPO DE PESQUISA	26
4.2 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO.	26
4.2.1 Levantamento de Requisitos	26
4.2.2 Projeto do Protótipo	27
4.2.3 Seleção de Componentes	27
4.2.4 Montagem do Protótipo	27
4.3 ESQUEMA ELÉTRICO	28
5. CRONOGRAMA	30
6. RECURSOS	31
7. RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS	32

1. INTRODUÇÃO

O presente projeto, intitulado “Sistema de Transporte Automatizado para Clínicas Veterinárias”, foi desenvolvido com o propósito de aprimorar e agilizar o transporte interno de medicamentos em ambientes clínicos veterinários. A proposta busca otimizar o tempo de trabalho dos profissionais, aumentar a eficiência operacional e promover maior segurança no manuseio dos insumos utilizados no atendimento aos animais. O dispositivo consiste em um carrinho automatizado programado por meio da plataforma Arduino e equipado com um motor de pequeno porte, permitindo seu deslocamento pela clínica de forma segura e eficiente.

O sinal para o carrinho será feito por meio de um sistema instalado em computadores distribuídos em diferentes salas da clínica. Cada computador representa uma estação de trabalho, e ao ser acionado, o sistema identifica o local do pedido e envia o carrinho até o destino solicitado. O dispositivo é capaz de carregar medicamentos básicos, organizando-os de forma prática e centralizada para facilitar o acesso dos profissionais.

Para garantir a segurança durante o trajeto, o carrinho conta com sensores posicionados na parte frontal e traseira, que detectam obstáculos no caminho. Caso identifique qualquer obstáculo, o carrinho para imediatamente caso haja algum contratempo, prevenindo colisões e acidentes no ambiente clínico. Além disso, seu design leve, compacto e durável foi pensado para não ocupar muito espaço e se adequar bem à rotina das clínicas.

O controle do estoque de medicamentos será feito digitalmente: sempre que um item for retirado do carrinho, o profissional responsável deve registrar a ação no sistema, garantindo maior controle e rastreabilidade do uso dos insumos. Essa integração entre *hardware* e *software* permite reduzir erros humanos, aumentar a produtividade da equipe, modernizar os processos internos e, principalmente, oferecer um atendimento mais ágil e eficiente aos pacientes veterinários.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Sistema de transporte automatizado, desenvolvido especificamente para clínicas veterinárias, com o objetivo de otimizar o deslocamento interno de medicamentos de maneira segura, eficiente e integrada ao fluxo de trabalho.

1.2 PROBLEMA

É possível desenvolver um dispositivo automatizado para o transporte interno de medicamentos em clínicas veterinárias, de modo a otimizar o tempo de atendimento e facilitar o processo de entrega entre diferentes setores desses estabelecimentos?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Produzir um dispositivo para facilitar o transporte de medicamentos, de uma maneira que reduza o espaço utilizado e mais seguro possível para todos dentro da clínica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um protótipo funcional de carrinho automatizado, utilizando a plataforma Arduino, que permita o transporte seguro de medicamentos entre diferentes setores da clínica veterinária.

- Implementar um sistema de chamada do carrinho automatizado, por meio de computadores instalados em estações de trabalho distintas, permitindo a identificação e o envio do dispositivo ao local solicitado.
- Integrar sensores de detecção de obstáculos ao carrinho automatizado a fim de garantir a segurança durante seu deslocamento e prevenir colisões no ambiente clínico.

1.4 JUSTIFICATIVA

O projeto “Sistema de transporte automatizado para clínicas veterinárias” propõe uma solução inovadora para otimizar o transporte interno de medicamentos, promovendo agilidade, segurança e eficiência na rotina clínica. Utilizando a plataforma Arduino e sensores de segurança, o carrinho automatizado atende pedidos feitos por computadores distribuídos em diferentes salas, facilitando o acesso rápido e organizado aos insumos.

A justificativa científica do projeto se dá pela aplicação de tecnologias de automação em um contexto ainda pouco explorado na área veterinária, explorando uma área pouco investigada e contribuindo para o avanço do conhecimento técnico. Além disso, o sistema digital de controle de estoque melhora a rastreabilidade, reduz erros humanos e integra *hardware* e *software* de forma funcional.

Do ponto de vista prático, o impacto é igualmente relevante: reduz deslocamentos manuais, economiza tempo da equipe e melhora o atendimento. Do ponto de vista econômico e ambiental, a proposta ajuda a reduzir custos operacionais e o uso de papel.

2. ESTADO DA ARTE

Foram utilizados os seguintes trabalhos como base de referência, a fim de validar conceitos e auxiliar na construção do projeto em questão, garantindo embasamento teórico e metodológico para seu desenvolvimento:

Tabela 1 - Trabalho de apoio

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Desenvolvimento de um Protótipo de Dispensador Automático de Medicamentos.	Bárbara Zita Torres Martins	2015
Dispensador automático de medicamentos sólidos para pacientes mediante uso de sistemas embebidos.	Paulo Miguel Benavides Bastidas, Juan David Cuaspud Vallejo, Cristian Alexander López Narváez, Dagoberto Mayorca Torres, Richard Giovanni Morán Perafán	2020
Desenvolvimento de um Robô Móvel Controlado por Arduíno na Cultura Maker.	Mateus Tronto, Wilian Rafael Rodrigues de Oliveira, Wagner da Silva Ribeiro da Silva, Luis Carlos Geron.	2024

Fonte: OS AUTORES

2.1 DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE MEDICAMENTOS.

Este incremento de longevidade tem levado ao aparecimento de diversas patologias relacionadas à idade e ao aumento da prevalência de patologias crônicas. Uma grande maioria desta população é poli-medicada e assim sendo a gestão de medicamentos é uma área que pode proporcionar grandes benefícios aos idosos. Uma grande quantidade de medicamentos assim como as diferentes dosagens e os

diferentes horários de tomada fazem com que os idosos se confundem no cumprimento do esquema terapêutico aconselhado pelo médico, principalmente devido ao declínio cognitivo a que estão sujeitos devido ao envelhecimento humano. Torna-se, portanto, fundamental o desenvolvimento de sistemas inteligentes que auxiliam os idosos na gestão da sua medicação CEI, 2015.

2.2 DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE MEDICAMENTOS SÓLIDOS PARA PACIENTES MEDIANTE USO DE SISTEMAS EMBEBIDOS.

Um dos principais objetivos da formação como engenheiros mecatrônicos é atender às necessidades e problemas da sociedade, apoiados nas áreas de design mecânico, IoT e sistemas de controle. Assim, foi plantado o desenvolvimento de um protótipo de dispensador mecatrônico de medicamentos automático (PDMA), capaz de gerenciar a pauta posológica em casa para pacientes ambulatoriais ou pessoas que tomam medicamentos prescritos regularmente. O sistema proposto deve resguardar as boas práticas para a segurança dos pacientes. A principal inovação deste protótipo é que você pode monitorar e seguir o estado de um paciente em relação ao cumprimento da pauta posológica e à disponibilidade dos medicamentos nos horários estabelecidos, adicionalmente, este dispositivo permite armazenar os medicamentos em sua tampa original para evitar a contaminação ou deterioração CEI, 2020.

2.3 DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ MÓVEL CONTROLADO POR ARDUÍNO NA CULTURA MAKER.

Este artigo tem como objetivo apresentar um projeto de desenvolvimento de um carrinho robótico. A robótica tem se mostrado uma ferramenta bastante versátil por sua multidisciplinaridade, uma vez que tem se tornado usual em diversas áreas, movimentando equipamentos variados. Apesar de espaço privilegiado nas indústrias, onde atua no chão de fábrica agilizando as atividades de produção, tem sido foco de muitas pesquisas, a fim de tornar sua atuação ainda mais eficaz. Nos espaços acadêmicos, a robótica tem cooperado na transposição de teorias para a

prática, onde o estudante consegue experienciar a construção de robôs manipuladores ou móveis, como é o caso dessa pesquisa. Diante disso, foi construído em ambiente de aprendizagem um protótipo robô móvel, com componentes de fácil aquisição e o Ambiente de Desenvolvimento Integrado Arduino. O veículo foi equipado com motores, sensores e um microcontrolador ESP32 que permite a programação e controle eficaz do carrinho. O sistema foi concebido para demonstrar a integração de hardware e software em aplicações robóticas, proporcionando uma plataforma versátil e de baixo custo para aprendizado e experimentação robótica. Os resultados obtidos apontam a viabilidade e facilidade da programação de robôs móveis utilizando a plataforma ESP32 e IDE Arduino, aliando a disponibilidade de hardware de baixo custo, às quais possibilitam a aplicação e aprimoramento das habilidades em robótica CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2022.

2.4 SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMATIZADO PARA CLÍNICAS VETERINÁRIAS.

O crescimento dos atendimentos em clínicas veterinárias tem tornado os processos logísticos cada vez mais desafiadores, especialmente no transporte interno de medicamentos. Este projeto apresenta o desenvolvimento de um sistema automatizado composto por um carrinho programado com Arduino, capaz de realizar o deslocamento seguro e eficiente dos medicamentos entre diferentes setores da clínica. As solicitações são feitas através de computadores localizados nas salas de atendimento, permitindo que o sistema identifique o ponto de origem e o destino. O carrinho conta com sensores de obstáculos posicionados na frente e atrás, garantindo paradas automáticas em caso de imprevistos e evitando acidentes. Além disso, o controle de estoque é feito digitalmente, permitindo maior rastreabilidade e organização no uso dos insumos. A implementação deste sistema visa otimizar o tempo dos profissionais, reduzir falhas humanas e oferecer maior segurança e agilidade no atendimento veterinário.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 SISTEMAS AUTOMATIZADOS

Sistemas automatizados consistem em um conjunto de dispositivos e tecnologias que permitem o controle e a execução de processos de forma autônoma, reduzindo a necessidade de intervenção humana. Esses sistemas utilizam microcontroladores, sensores e atuadores integrados a softwares programáveis, otimizando tempo, reduzindo falhas e aumentando a confiabilidade operacional (MORAES, 2019).

Em ambientes clínicos e hospitalares, a automação tem se mostrado fundamental para aprimorar fluxos de trabalho, reduzir erros humanos e garantir maior precisão na manipulação de insumos e equipamentos. De acordo com Oliveira e Souza (2020), a adoção de dispositivos automatizados em rotinas de transporte interno melhora a eficiência logística e libera os profissionais para atividades de maior complexidade.

Nas clínicas veterinárias, a aplicação desses sistemas é uma inovação recente, proporcionando melhor organização do ambiente de trabalho e aumento da produtividade. Além disso, os sistemas automatizados possibilitam rastreabilidade e padronização de procedimentos, características essenciais para ambientes que exigem controle e segurança no manuseio de medicamentos.

3.2 NBR IEC 60601-1 – EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

A NBR IEC 60601-1 é uma norma técnica brasileira baseada na norma internacional IEC 60601-1, que estabelece os requisitos básicos de segurança e desempenho essencial para equipamentos eletromédicos. Essa norma é especialmente importante para dispositivos que entram em contato direto ou indireto com pacientes ou são utilizados em ambientes clínicos, mesmo quando não são classificados como equipamentos de suporte à vida.

No caso do projeto “Sistema de transporte automatizado para clínicas veterinárias”, embora o carrinho não esteja diretamente ligado ao paciente, ele circula em um ambiente sensível e precisa atender a exigências de segurança

elétrica, compatibilidade eletromagnética e resistência a interferências, garantindo que seu funcionamento não cause riscos nem interfira no desempenho de outros aparelhos clínicos.

A conformidade com a NBR IEC 60601-1 assegura que o dispositivo possui proteção contra choques elétricos, superaquecimento, falhas de isolamento e outras falhas que poderiam comprometer a segurança de pessoas e animais no local. Também reforça a importância de um projeto eletrônico e mecânico bem estruturado, com materiais adequados, sistema de aterramento e blindagem contra ruídos eletromagnéticos.

3.3 INTERNET DAS COISAS (IoT) E CONTROLE REMOTO

A aplicação de tecnologias relacionadas à Internet das Coisas (IoT) tem se mostrado extremamente eficaz no setor da saúde. A IoT possibilita a interconexão entre dispositivos físicos e sistemas digitais por meio da internet ou de redes locais, permitindo a coleta de dados, o monitoramento em tempo real e a automação de ações.

No caso do carrinho automatizado, o uso de sensores, microcontroladores (como o Arduino) e interfaces de comunicação com computadores das salas clínicas configura uma aplicação direta da IoT. Esse tipo de integração torna possível o controle remoto do dispositivo, o rastreamento das rotas e até mesmo a manutenção preditiva, garantindo que o sistema esteja sempre operando de forma eficiente.

O uso de tecnologias IoT, aliado a plataformas simples e de código aberto, como o Arduino, permite que o sistema seja de fácil manutenção, personalizável e com custo acessível, características especialmente relevantes para clínicas veterinárias de pequeno e médio porte.

3.4 ERGONOMIA E DESIGN FUNCIONAL

Além da parte técnica e funcional, o projeto também deve considerar princípios de ergonomia e design funcional. Um equipamento automatizado que circula em um ambiente clínico precisa ser compacto, silencioso, resistente e de fácil higienização. O design deve favorecer a navegação em corredores estreitos, garantir boa

visibilidade e estabilidade durante o deslocamento e facilitar a interação dos profissionais com o equipamento.

A ergonomia também se estende ao sistema de controle do carrinho: a interface deve ser intuitiva, clara e eficiente, reduzindo a curva de aprendizado dos usuários e evitando erros operacionais. O posicionamento dos sensores, a altura do compartimento de transporte e a sinalização luminosa ou sonora são elementos que também devem seguir boas práticas de projeto ergonômico.

3.5 ARDUINO

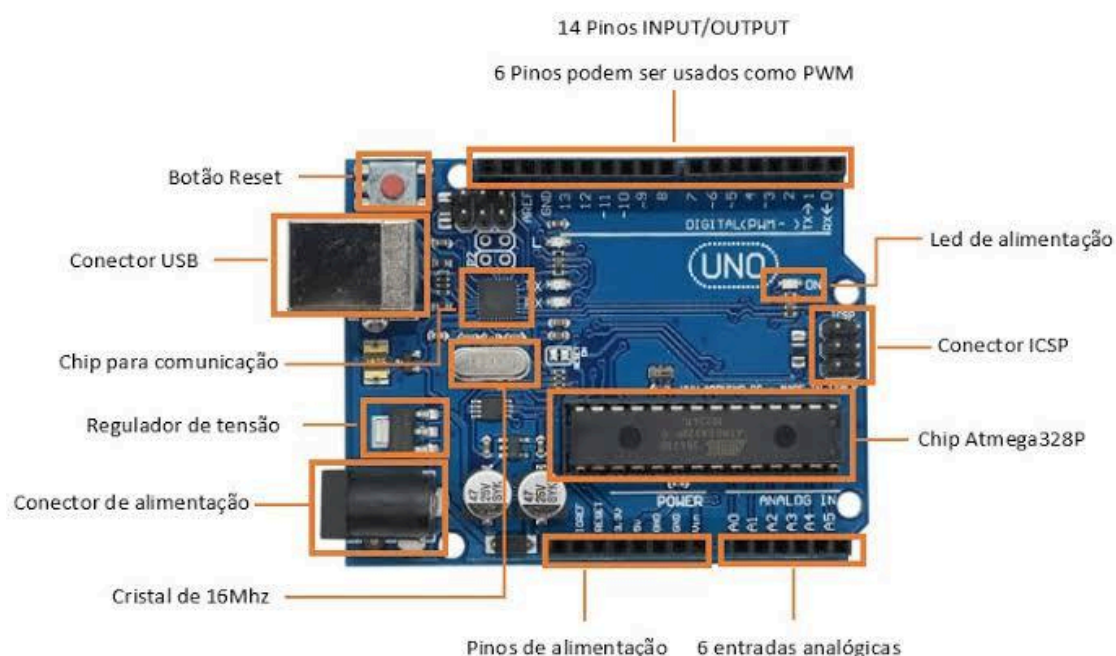


Figura 1 – Representação de uma placa Arduino
Fonte: STA ELETRÔNICA, 2024.

O sistema utiliza uma placa Arduino Uno ou, preferencialmente, um Arduino Mega 2560 como microcontrolador principal. Essa placa é responsável pelo controle de todas as operações, como a leitura dos sensores, acionamento dos motores, comunicação com os computadores das salas, e gerenciamento de sinais visuais e sonoros. O modelo Mega é mais indicado por oferecer maior número de portas e memória, favorecendo a integração com múltiplos módulos e sensores.

3.6 MÓDULO SENSOR DE WI-FI

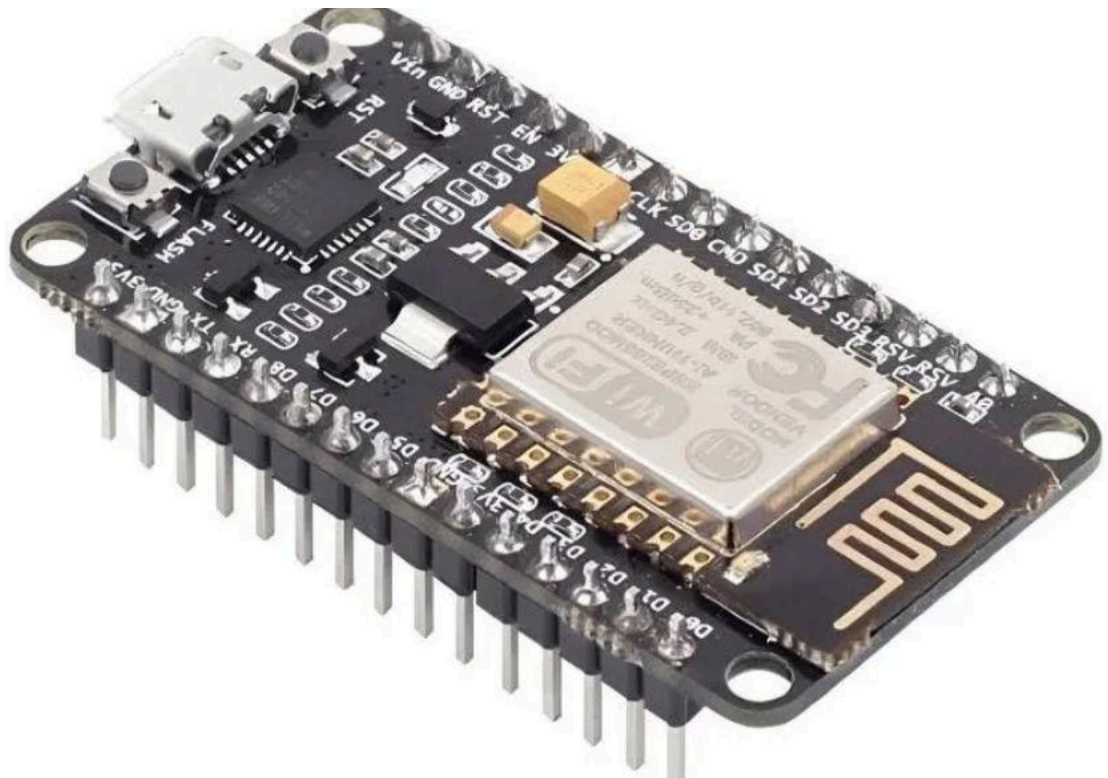


Figura 2 – Módulo de conexão Wi-Fi ESP8266

Fonte: ELETROGATE, 2024.

A comunicação entre os computadores das salas e o carrinho é feita por meio de um módulo Wi-Fi, como o ESP8266 ou o ESP32 (este último com Wi-Fi e Bluetooth integrados). O envio de comandos e recebimento de status pode ocorrer por meio de protocolos como MQTT, HTTP ou socket, permitindo que os profissionais solicitem o envio do carrinho a partir de suas estações de trabalho.

3.7 MÓDULO DE SENSOR DE LINHA.

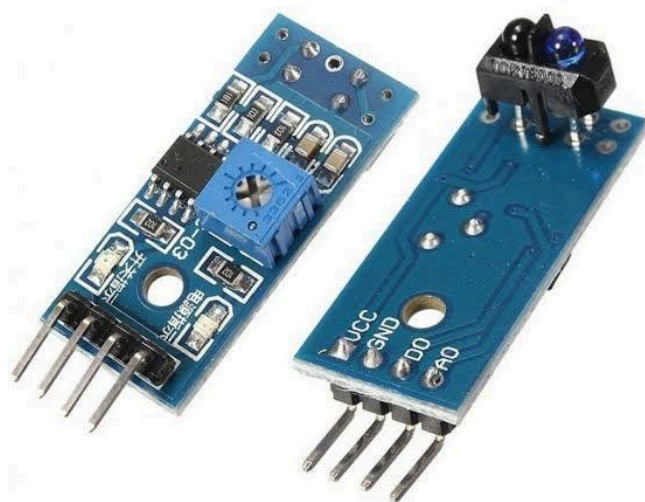


Figura 3 – Sensor de linha utilizado para detecção de percurso
Fonte: ELETROGATE, 2024.

Para garantir a segurança do ambiente, o carrinho conta com sensores ultrassônicos HC-SR04 instalados na parte frontal e traseira. Esses sensores detectam obstáculos no trajeto e, em caso de proximidade, enviam sinais ao Arduino para que o sistema interrompa imediatamente o deslocamento. Adicionalmente, pode ser incluído um sensor de temperatura para monitoramento interno, prevenindo aquecimento excessivo dos componentes.

3.8 BATERIA



Figura 4 – Bateria recarregável de íons de lítio utilizada no sistema
Fonte: ELETROGATE, 2024.

A alimentação do sistema é feita por uma bateria recarregável de íons de lítio (7,4V ou 12V), que garante mobilidade e autonomia ao dispositivo. Um regulador de tensão, como os modelos LM2596 ou AMS1117, ajusta a energia fornecida aos diferentes componentes, convertendo, por exemplo, de 12V para 5V conforme a necessidade dos módulos eletrônicos.

3.9 BASE DE ACRÍLICO



Figura 5 – Base acrílica do carrinho automatizado
Fonte: SAVARAT, 2024.

A base do carrinho automatizado é confeccionada em acrílico, material leve, resistente e de fácil higienização, ideal para uso em ambientes clínicos. Além de permitir cortes precisos e montagem simples dos componentes eletrônicos, o acrílico garante estabilidade durante o deslocamento e facilita manutenções. Sua transparência também contribui para inspeções visuais rápidas e organização interna do sistema.

3.10 CABOS JUMPER



Figura 6 – Conjunto de cabos jumper para interconexão de componentes eletrônicos

Fonte: MERCADO LIVRE, 2024.

Cabos jumper são cabos de conexão usados para interligar dispositivos, placas ou componentes eletrônicos. A função principal deles é estabelecer a comunicação entre dois pontos diferentes de um circuito, seja para transmissão de dados, energia ou sinais elétricos. Tipos mais comuns: Jumper Macho-Macho, Jumper Macho-Fêmea, Jumper Fêmea-Fêmea.

3.11 PROTOBOARD

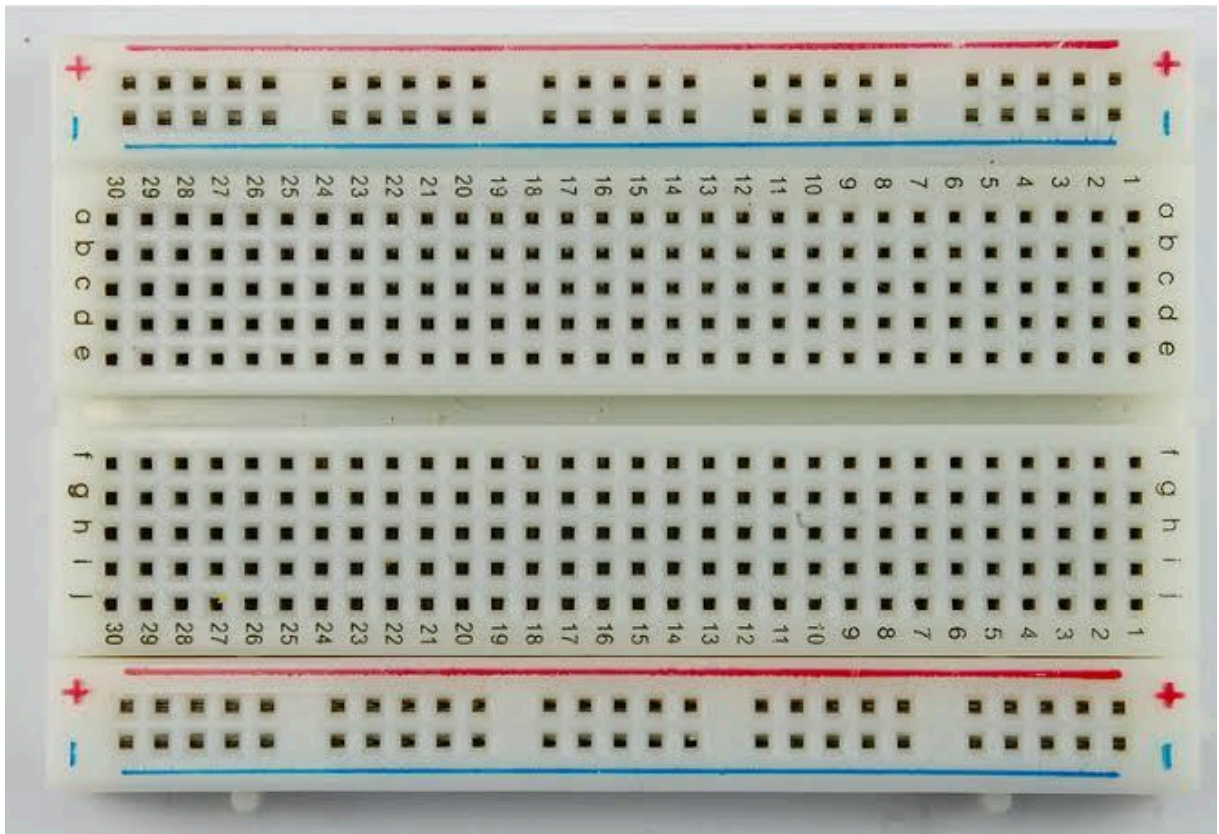


Figura 7 – Protoboard utilizada para montagem de circuitos eletrônicos

Fonte: MERCADO LIVRE, 2024.

A protoboard possui uma matriz de furos interligados por trilhas condutoras na parte interna. Componentes eletrônicos, como resistores, capacitores, LEDs, etc., podem ser facilmente inseridos nesses furos e conectados entre si através de fios jumpers. As conexões internas da protoboard permitem que os componentes sejam interligados sem a necessidade de soldagem, facilitando a prototipagem e experimentação.

3.12 AUTOMAÇÃO HOSPITALAR

A automação hospitalar refere-se à aplicação de tecnologias mecânicas, eletrônicas e computacionais para realizar tarefas que tradicionalmente dependiam de intervenção humana. No contexto veterinário, sistemas automatizados podem ser empregados em diferentes setores, como administração de estoques, agendamento de consultas, controle de fichas clínicas e, especialmente, na distribuição interna de medicamentos (Santos & Lima, 2021).

Entre os principais benefícios da automação, destacam-se:

- Redução do tempo gasto por profissionais em tarefas repetitivas.
- Minimização de erros de medicação e administração.
- Melhoria na rastreabilidade e controle de estoques.
- Otimização do fluxo de trabalho e aumento da produtividade.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho adotou uma abordagem aplicada, com o desenvolvimento de um protótipo funcional. O processo metodológico foi dividido em algumas etapas que abrangem desde o levantamento de dados até os testes finais do sistema de transporte automatizado para clínicas veterinárias.

4.1 TIPO DE PESQUISA

O projeto tem uma pesquisa quali-quanti pois utiliza métodos qualitativos para entender os problemas e quantitativos para validar o desempenho do protótipo. o projeto tem uma predominância com uma pesquisa exploratória e descritiva, exploratória na fase de entender o porque o projeto seria útil e descritiva na apresentação e análise do protótipo.

4.2 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO.

4.2.1 Levantamento de Requisitos

Nesta etapa, serão identificadas as necessidades e funcionalidades essenciais do carrinho automatizado, por meio de:

- Observação direta em clínicas veterinárias;
- Entrevistas com veterinários e assistentes;
- Coleta de dados sobre o transporte de medicamentos e materiais.

Objetivo: compreender quais recursos são indispensáveis para o bom funcionamento do carrinho no ambiente clínico.

4.2.2 Projeto do Protótipo

Serão desenvolvidos os desenhos técnicos e modelos tridimensionais do carrinho utilizando softwares de CAD (Computer-Aided Design), como SolidWorks ou AutoCAD.

Nessa fase serão definidos:

- Dimensões do carrinho;
- Compartimentos e suportes para medicamentos e equipamentos;
- Sistema de locomoção (rodas, motores e sensores);
- Design ergonômico e seguro para uso veterinário.

4.2.3 Seleção de Componentes

Escolha dos materiais e componentes eletrônicos, considerando:

- Estrutura: polímeros de alta resistência;
- Sistema de tração: servo motores;
- Sensores: infravermelhos para desvio de obstáculos;
- Controlador: microcontrolador: ARDUINO
- Fonte de energia: baterias recarregáveis.

4.2.4 Montagem do Protótipo

Com os materiais definidos, será realizada a montagem física do carrinho, incluindo:

- Estrutura mecânica;
- Instalação do sistema eletrônico;
- Integração dos sensores;
- Programação do controlador.

4.3 ESQUEMA ELÉTRICO

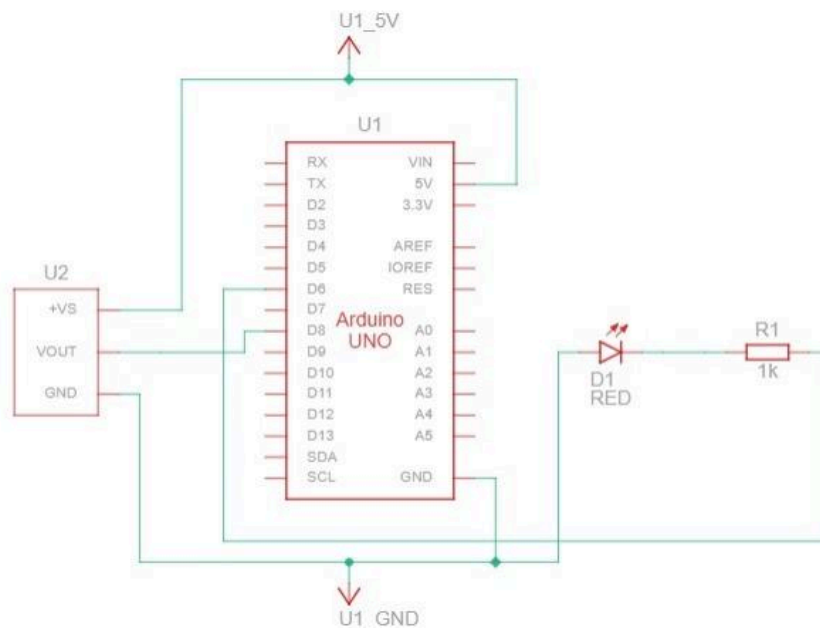


Figura 8 – Esquema elétrico do sistema automatizado de transporte

Fonte: OS AUTORES, 2025.

4.3.1 Componentes presentes no esquema.

- U1 → Placa Arduino UNO (microcontrolador principal).
- U2 → Fonte de alimentação externa (fornece 5V para o circuito).
- D1 → LED vermelho (indicador visual).
- R1 → Resistor de 1 kΩ (limita a corrente do LED).
- Linhas U1_5V e U1_GND → Distribuem a alimentação elétrica para todo o circuito.

4.3.2 Funcionamento do circuito

Alimentação

- A fonte U2 fornece +5V no pino VOUT, que é conectado ao pino 5V do Arduino UNO (U1).
- O GND da fonte é ligado ao GND do Arduino, formando o referencial comum.

Led

- O LED D1 está ligado a um dos pinos digitais do Arduino.
- Em série com o LED, há o resistor R1 de 1 k Ω , que limita a corrente para proteger o LED contra sobrecarga.
- Quando o Arduino envia um nível lógico ALTO (5V) para o pino configurado, o LED acende.
- Quando envia um nível lógico BAIXO (0V), o LED apaga.

5. CRONOGRAMA

2025	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Escolha do tema	X									
Levantamento de literatura científica		X								
Introdução			X	X						
Tema			X	X						
Problema				X						
Objetivos				X						
Justificativa				X						
Estado da Arte				X	X					
Fundamentação teórica				X	X					
Metodologia					X	X				
Cronograma							X			
Recursos							X			
Resultados esperados ou parciais							X			
Referências							X			
Avaliação do CRC								X		
Produção do Banner										
27ª Exposchmidt										X

Tabela 2 – Cronograma

6. RECURSOS

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
Base de acrílico	170,00	1	170,00	Amazon	20/08/2025
Protoboard	14,00	1	14,00	Mercado livre	20/08/2025
cabos jumper	12,65	1	12,65	Mercado livre	20/08/2025
Arduino	40,64	1	40,64	Mercado livre	20/08/2025
Módulo de sensor	11,99	1	11,99	Amazon	20/08/2025
Bateria	20,00	1	20,00	Amazon	20/08/2025
Valor final: 269,28					

tabela 3

7. RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS

O produto final desta pesquisa é o desenvolvimento de um protótipo funcional de sistema de transporte automatizado para clínicas veterinárias, projetado para otimizar o deslocamento de medicamentos entre os diferentes setores da clínica, como consultórios, salas cirúrgicas e áreas de internação. A solução proposta contribui diretamente para os âmbitos socioeconômicos, técnico-científicos e ambientais. No aspecto socioeconômico, o sistema reduz custos operacionais, melhora a produtividade e possibilita um atendimento mais ágil, aumentando a satisfação dos clientes e a competitividade das clínicas. No campo técnico-científico, a pesquisa integra conceitos de automação, ergonomia e bem-estar, fornecendo uma solução inovadora e aplicável para o setor veterinário. Já no âmbito ambiental, a utilização de materiais recicláveis e o consumo energético otimizado tornam o sistema sustentável e de baixo impacto.

REFERÊNCIAS

BHOSEKAR, Amogh; ISIK, Tugce; EKŞİOĞLU, Sandra; et al. Simulation-Optimization of Automated Material Handling Systems in a Healthcare Facility. arXiv, 2020. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2006.10031>. Acesso em: 5 set. 2025.

KANG, Hyunwoo; SHIN, Jaeho; SHIN, Jaewook; et al. Design and Operation of Autonomous Wheelchair Towing Robot. arXiv, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2305.13902>. Acesso em: 5 set. 2025.

MDPI. Autonomous Vehicles for Healthcare Applications: A Review on Mobile Robotic Systems and Drones in Hospital and Clinical Environments. Electronics, v. 12, n. 23, p. 4791, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9292/12/23/4791>. Acesso em: 5 set. 2025.

RONDONI, Cristiana et al. Navigation benchmarking for autonomous mobile robots in hospital environment. Scientific Reports, v. 14, artigo 18334, ago. 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-69040-z. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11306802/>. Acesso em: 5 set. 2025.

XIA, Bingyi; LUAN, Hao; ZHAO, Ziqi; et al. Collaborative Trolley Transportation System with Autonomous Nonholonomic Robots. arXiv, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2303.06624>. Acesso em: 5 set. 2025.

YILDIRIM, Şahin; SAVAŞ, Sertaç. Design of a mobile robot to work in hospitals and trajectory planning using proposed neural networks predictors. In: CIOBOATĂ, D. D. (Ed.). Lecture Notes in Networks and Systems, v. 305, p. 32–45. Cham: Springer, 2022. DOI: 10.1007/978-3-030-83368-8_4. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-83368-8_4. Acesso em: 5 set. 2025.

ZACHARIAE, Andreas et al. Human-robot interactions in autonomous hospital transports. Robotics and Autonomous Systems, v. 179, p. 104755, set. 2024. DOI: 10.1016/j.robot.2024.104755. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921889024001398>. Acesso em: 5 set. 2025.

[s.n.]. Developing a mobile robot for transport applications in the hospital domain. Robotics and Autonomous Systems, 2010. DOI: 10.1016/j.robot.2010.03.010. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1016/j.robot.2010.03.010>. Acesso em: 5 set. 2025.

[s.n.]. Intelligent Autonomous-Robot Control for Medical Applications. Computers, Materials & Continua (CMC), v. 68, n. 2, p. 42161, 2021. Disponível em: <https://www.techscience.com/cmc/v68n2/42161/html>. Acesso em: 5 set. 2025.

[s.n.]. Intelligent multi-robot collaborative transport system. Urban Lifeline, v. 2, art. 16, 11 nov. 2024. DOI: 10.1007/s44285-024-00026-z. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44285-024-00026-z>. Acesso em: 5 set. 2025.

FERREIRA, J.; SOUZA, L. Automação na Medicina Veterinária: tendências e tecnologias emergentes. São Paulo: VetTech, 2022.

OLIVEIRA, R. et al. Robôs autônomos para transporte hospitalar: aplicações e desafios. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, v. 36, n. 2, p. 45-58, 2020.

SANTOS, M.; LIMA, P. Tecnologias de automação em clínicas veterinárias. Revista de Gestão e Tecnologia em Saúde Animal, v. 12, n. 1, p. 22-35, 2021.

