

IFSP - INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO - CAMPUS
CAMPINAS

Adrian Pedrogan Valentim

Maria Fernanda Loba Alencar

**Dispositivo inteligente de detecção de
pragas urbanas com análise de
imagens em tempo real**

CAMPINAS
2024

Dispositivo inteligente de detecção de pragas urbanas com análise de imagens em tempo real

Instituto Federal de São Paulo.

Orientador: Prof. Edson Anício Duarte.

Período de desenvolvimento do projeto
Data de início 12/2024 e data final 12/2025.

RESUMO

Este projeto apresenta o desenvolvimento de um sistema inteligente e automatizado para o monitoramento de pragas urbanas, com foco na identificação visual de vetores como escorpiões, ratos e baratas em ambientes residenciais e comerciais. A proposta surge frente ao aumento significativo de acidentes com escorpiões no Brasil, que em 2023 registrou 152 mortes, evidenciando a necessidade de soluções tecnológicas para o controle preventivo desses animais. O protótipo desenvolvido utiliza uma Raspberry Pi 4 integrada a uma câmera e um modelo de inteligência artificial treinado para reconhecer imagens de pragas urbanas. O sistema categoriza os dados por tipo, data e hora, enviando notificações ao smartphone do usuário sempre que uma praga é detectada. Em locais com baixa conectividade, os dados são armazenados localmente e sincronizados semanalmente. Os testes iniciais demonstraram eficiência na identificação dos vetores, evidenciando o potencial da solução para subsidiar ações corretivas e preventivas. O sistema destaca-se por ser acessível, sustentável e replicável, contribuindo para a saúde pública e a conscientização da população. Futuramente, pretende-se ampliar o banco de dados para incluir outros vetores, como carrapatos, aumentando o alcance da ferramenta.

Palavras-chave: Inteligência artificial. Monitoramento de pragas. Saúde pública. Automação. Raspberry Pi

SUMÁRIO

Obs. Ocultar as linhas e bordas.

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. ABSTRACT.....	7
3. OBJETIVOS.....	8
3.1 OBJETIVO GERAL.....	8
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	9
4.1 PRAGAS URBANAS.....	9
4.2 RATO.....	9
4.3 BARATA.....	10
4.4 ESCORPIÃO.....	10
4.5 RASPBERRY.....	11
4.6 ANÁLISE DE DADOS.....	11
5. METODOLOGIA.....	12
5.1 PESQUISA.....	12
5.2 PROTOTIPAGEM.....	12
5.3 TESTE E VALIDAÇÃO.....	13
5.4 AVALIAÇÃO E AJUSTE.....	13
5.5 IMPLEMENTAÇÃO E DISSEMINAÇÃO.....	13
5.6 MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO CONTÍNUA.....	13
6. RESULTADOS.....	15
7. CONCLUSÕES.....	20
8. REFERÊNCIAS.....	20
ANEXOS.....	22

1. INTRODUÇÃO

O presente projeto visa desenvolver um sistema automatizado para a detecção e monitoramento de ratos, baratas e escorpiões. A presença dessas pragas em áreas urbanas e residenciais, muitas vezes negligenciadas de monitoramento adequado, pode resultar no aumento de casos de doenças como leptospirose, salmonelose e acidentes com picadas de escorpiões, os quais representam sérios riscos à saúde pública (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2023; WHO, 2023). Em 2023, por exemplo, o Brasil registrou 152 mortes por picadas de escorpião — número superior às mortes por picadas de cobra e que representa um aumento de 76% em relação à média dos três anos anteriores (PARANÁ, 2024). Frequentemente, a população não tem conhecimento da infestação e continua utilizando esses locais para atividades cotidianas, elevando a exposição aos perigos (BIOSSEG, 2022). Atualmente, o monitoramento dessas pragas é realizado de forma manual e pontual, o que resulta em um controle limitado e, muitas vezes, ineficaz (ZORZENON, 2002). A proposta deste projeto é superar essas deficiências por meio de uma solução automatizada e inteligente, permitindo um monitoramento contínuo e abrangente de áreas de risco, como escolas, praças, galpões e terrenos baldios.

O protótipo do sistema de monitoramento será composto por diversos componentes principais. A estrutura física será encapsulada em uma carcaça impressa em 3D, contendo uma Raspberry Pi 4 com sistema operacional Raspbian e uma câmera conectada (RASPBERRY PI LTD, 2023). O dispositivo contará ainda com um HD externo e um SSD, onde serão armazenadas as imagens e os dados coletados. A base do equipamento utilizará atrativos específicos para cada tipo de praga, como ração ou restos de alimentos para ratos e feromônios sintéticos para baratas (BIOMAX, 2024). Esses atrativos têm como função apenas estimular a aproximação das pragas, possibilitando a captura de imagens pelo sistema.

A câmera será configurada para capturar imagens em tempo real. Essas imagens serão processadas localmente pela Raspberry Pi 4, utilizando um modelo de visão computacional treinado com um conjunto de imagens composto por 5.283 registros de ratos, 7.849 de escorpiões e 4.594 de baratas (TELES et al., 2021). O sistema será capaz de identificar automaticamente a presença dessas pragas e enviar alertas em tempo real, além de armazenar os dados de forma segura no HD externo e, quando necessário, também na nuvem para posterior análise. A implementação desse sistema de monitoramento automatizado proporcionará uma análise mais eficaz e proativa, permitindo a detecção precoce de infestações e a rápida adoção de medidas de controle. Isso contribuirá diretamente para a prevenção de doenças e acidentes, como os mais de 156 mil casos de

envenenamento por escorpião registrados em 2019 no Brasil, que resultaram em 169 mortes (PARANÁ, 2024), e os inúmeros casos de leptospirose causada por ratos, que em 2023 levaram a 281 óbitos (BRASIL, 2024). Além disso, o projeto promove maior segurança e bem-estar em ambientes urbanos. Será desenvolvido em ambientes maker, possibilitando sua reprodução, personalização e aprimoramento contínuo por outras iniciativas.

Desse modo, o desenvolvimento desse sistema inteligente representa um avanço significativo no controle urbano de pragas, ao unir tecnologias acessíveis de hardware e software, aprendizado de máquina e automação, criando uma ferramenta forte para a gestão ambiental e a promoção da saúde pública.

ODS- Conjunto de metas e objetivos traçados pela ONU; foram adotados em setembro de 2015; O Brasil segue essas normas desde que foram implementadas.

ODS 3 - Saúde e Bem-Estar. Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades

ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação

ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis

2. ABSTRACT:

This project aims to develop an automated system for the detection and monitoring of rats, cockroaches, and scorpions. The presence of these pests in urban and residential areas—often lacking proper monitoring—can lead to an increase in cases of diseases such as leptospirosis, salmonellosis, and scorpion sting accidents, all of which pose serious public health risks. Frequently, the population remains unaware of the infestation and continues to use these areas for daily activities, increasing exposure to danger.

Currently, the monitoring of these pests is carried out manually and sporadically, resulting in limited and often ineffective control. This project proposes to overcome these shortcomings through an automated and intelligent solution, enabling continuous and comprehensive monitoring of high-risk areas such as schools, public squares, warehouses, and vacant lots.

The monitoring system prototype will consist of several key components. The physical structure will be enclosed in a 3D-printed case containing a Raspberry Pi 4 running a Linux-based operating system, along with a high-resolution camera. An external hard drive will store the collected images and data.

The system's base will use specific attractants for each pest type, such as food scraps or pet food for rats, synthetic pheromones for cockroaches, and ultraviolet light combined with specific odors for scorpions. These attractants are intended to encourage pest proximity to enable image capture by the system.

The camera will be configured to capture images at regular intervals. These images will be processed locally by the Raspberry Pi using a computer vision model trained with a dedicated dataset of rats, cockroaches, and scorpions. The system will automatically identify the presence of pests and send real-time alerts while securely storing data on the external hard drive and, when possible, uploading it to the cloud for further analysis.

The implementation of this automated monitoring system will provide more effective and proactive analysis, allowing early detection of infestations and the prompt adoption of control measures. This will directly contribute to disease and accident prevention, while promoting greater safety and well-being in urban environments. The project will be developed with a focus on low-cost, maker-friendly environments, enabling its replication, customization, and continuous improvement by other initiatives.

Thus, the development of this intelligent system represents a significant advancement in urban pest control by combining accessible hardware and software technologies, machine learning, and automation to create a robust tool for environmental management and public health promotion.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um sistema automatizado capaz de detectar e monitorar a presença de ratos, baratas e escorpiões em ambientes urbanos, utilizando visão computacional, com o objetivo de prevenir riscos à saúde pública.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desenvolver um sistema automatizado capaz de detectar e monitorar a presença de ratos, baratas e escorpiões em ambientes urbanos, por meio do uso de visão computacional, visando à prevenção de riscos à saúde pública;
2. Analisar e selecionar os componentes eletrônicos adequados (Raspberry Pi 4, câmera, fontes, HD externo.) para o funcionamento eficiente do sistema;
3. Definir os materiais e estruturas necessárias para a montagem física do protótipo, utilizando tecnologias como impressão 3D e componentes de baixo custo;
4. A captura será automática e o monitoramento ocorrerá em tempo real, com registro contínuo de imagens e envio de alertas imediatos sempre que uma praga for detectada;
5. Programar a Raspberry Pi para o processamento local das imagens por meio de um modelo de inteligência artificial treinado com dataset's específicos de ratos, baratas e escorpiões;
6. Projetar o circuito eletrônico e a estrutura física de instalação do sistema em ambientes urbanos estratégicos (escolas, praças, galpões, terrenos baldios);
7. Montar e testar o protótipo em ambiente controlado, verificando a eficácia dos atrativos utilizados e a precisão da detecção das pragas;
8. Avaliar a eficácia do sistema no apoio à gestão ambiental e na promoção da conscientização sobre a importância do controle de pragas urbanas, correlacionando com a redução de riscos à saúde.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Pragas urbanas:

O artigo de Papini et al. (2009) analisa, ao longo de três anos, os principais tipos de pragas urbanas que geram demanda por controle em uma subprefeitura de São Paulo. Os resultados indicaram que roedores foram responsáveis por mais de 88% das solicitações, seguidos por baratas e, em menor grau, pulgas e escorpiões. A pesquisa também apontou que o uso de controle químico, como rodenticidas e inseticidas, foi frequente, principalmente no caso de ratos e baratas, o que levanta preocupações ambientais devido ao uso contínuo de biocidas. O estudo defende o uso do Manejo Integrado de Pragas (MIP), que prioriza ações educativas e o manejo ambiental, como estratégias mais sustentáveis e eficazes a longo prazo. A presença dessas pragas está diretamente associada a condições urbanas precárias, como acúmulo de lixo, falta de saneamento e ambientes propícios à alimentação e abrigo dos animais. Assim, os autores ressaltam a importância de ações públicas planejadas, uso racional de biocidas e participação comunitária para mitigar os impactos ambientais e sociais causados pela proliferação de animais sinantrópicos.

Rato:

A presença de ratos nas cidades representa uma ameaça significativa à saúde pública, à economia e ao meio ambiente. O aumento da população de roedores está ligado à má gestão de resíduos e ao crescimento urbano desorganizado. Esses animais podem transmitir doenças graves como leptospirose, peste bubônica e hantavírus, além de causarem prejuízos materiais ao roer fios, estruturas e armazenamento de alimentos.

Figura 1: Roedor.



Fonte: HECHT, Julie. *National Geographic Brasil*, 2020.

Diante disso, o monitoramento constante dessa praga é essencial. Ele permite a detecção precoce de focos de infestação, o mapeamento de áreas críticas e a adoção de medidas preventivas mais eficazes, como campanhas de conscientização, melhorias na coleta de lixo e ações coordenadas de controle. Sem esse acompanhamento, o combate aos ratos se torna reativo, mais caro e menos eficiente. Por isso, além do controle direto, o

monitoramento é uma ferramenta estratégica para proteger a saúde da população e garantir a qualidade do ambiente urbano.

Barata:

As baratas são insetos pertencentes à ordem *Blattodea*, caracterizadas por corpo achatado, pernas adaptadas para correr e presença de antenas longas e sensíveis. São animais extremamente adaptáveis, com registros fósseis que indicam sua existência há mais de 300 milhões de anos. Atualmente, existem cerca de 4.600 espécies conhecidas, mas apenas uma pequena parte delas vive próxima ao ser humano.

Figura 2: Barata.



Fonte: WIKIPÉDIA. Barata.

Esses insetos têm hábitos noturnos e preferem ambientes escuros, úmidos e com disponibilidade de alimento, o que explica sua presença comum em áreas urbanas, especialmente em cozinhas, esgotos e locais com pouca higiene. Dentre as espécies mais conhecidas no Brasil estão a barata-americana (*Periplaneta americana*) e a barata-germânica (*Blattella germanica*).

Do ponto de vista sanitário, as baratas representam um risco à saúde pública. Elas transitam por locais contaminados e podem carregar microrganismos patogênicos em seu corpo, como bactérias, fungos e vírus, transmitindo doenças por meio do contato com alimentos e utensílios domésticos. Além disso, excretam substâncias alergênicas que podem desencadear crises respiratórias em pessoas sensíveis, como os asmáticos.

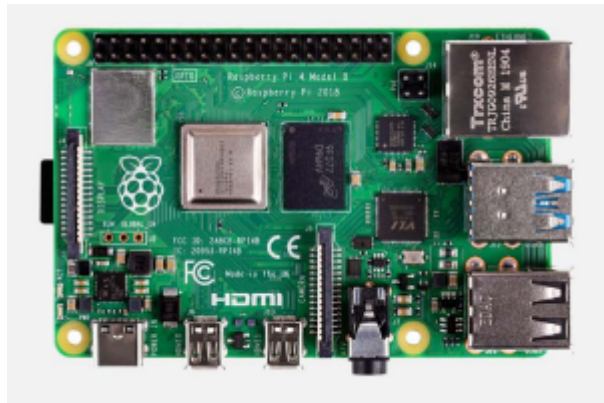
Escorpião:

Os escorpiões são artrópodes pertencentes à classe Arachnida, conhecidos por seu corpo segmentado, cauda curvada com ferrão e veneno potente usado para defesa e caça. Eles possuem hábitos noturnos e adaptam-se a ambientes variados, desde áreas urbanas até regiões naturais. O veneno de escorpião é neurotóxico, podendo causar sintomas graves

em humanos, especialmente crianças e idosos. A prevenção envolve controle ambiental, eliminação de esconderijos, manutenção da limpeza e cuidado em locais propícios à proliferação desses animais.

Raspberry:

Figura 3: Microprocessador Raspberry.



Fonte: RASPBERRY PI LTD, 2023.

O Raspberry Pi 4 Model B é um microcomputador de alto desempenho com processador Broadcom BCM 2711 de 64 bits e quatro núcleos Cortex-A72 a 1.8 GHz. Ele suporta até 8GB de RAM LPDDR4, possui conectividade com Wi-Fi dual-band (2.4/5.0 GHz), Bluetooth 5.0, Ethernet Gigabit, além de duas portas USB 3.0, duas USB 2.0 e duas saídas micro HDMI com suporte a 4Kp60. A placa é compatível com versões anteriores, consome pouca energia e pode ser alimentada via USB-C ou PoE (com HAT adicional). Seu desempenho é comparável a computadores pessoais básicos, sendo ideal para aplicações embarcadas, educacionais e de automação.

Análise de Dados:

- YOLO v5 é uma das versões mais populares da família YOLO (You Only Look Once), uma arquitetura de visão computacional voltada para detecção de objetos em tempo real. Desenvolvido pela Ultralytics, o YOLO v5 se destaca por ser leve, rápido, preciso e fácil de treinar e implementar, mesmo em dispositivos com recursos limitados.
- O Visual Studio Code (VS Code) é um editor de código-fonte gratuito e multiplataforma desenvolvido pela Microsoft. Leve e poderoso, ele suporta diversas linguagens de programação e oferece recursos como depuração integrada, terminal embutido, controle de versão com Git e uma ampla variedade de extensões. Ideal para desenvolvedores, é amplamente utilizado por sua flexibilidade, rapidez e interface personalizável.

Os estudantes utilizaram o Visual Studio Code (VS Code) como ambiente de desenvolvimento para programar em Python a lógica de análise de imagens capturadas pelo sistema. A detecção em tempo real das pragas é realizada com o modelo YOLO v5, que identifica automaticamente ratos, baratas e escorpiões nas imagens. Essa integração entre Python e YOLO v5 permite que o sistema funcione de forma eficiente, realizando o monitoramento automatizado com alta precisão e agilidade.

Materiais:

Material	Quantidade	Preço total	
Raspberry pi 4 modo B	1	\$560,00	
HD externo		\$60,00	
Ssd	1	\$300,00	
Cabo tipo C	1	\$20,00	
Cooler	1	\$18,52	
Câmera módulo webcam 5 4b 3b + 3b zero nvidia jetson nano b01	1	\$122,59	
Led Infravermelho Para Câmera	2	\$70,00	
Cabo sata Usb 2.0e 3.0 Leitor HD/ HDD, SSD 2.5 3.5	1	\$15,99	
Filamento	1	\$100,00	

O custo total do Protótipo é de \$1300,00

METODOLOGIA

Metodologia do Projeto de detecção de pragas urbanas.

5.1 Pesquisa

- Referências Bibliográficas: Identificação de projetos similares que possam contribuir para o desenvolvimento e aprimoramento do projeto, oferecendo uma base sólida de conhecimento para a implementação.
- Design e Engenharia: Definição dos aspectos relacionados à construção do projeto, considerando design, ergonomia e escolha dos materiais, para garantir funcionalidade e usabilidade ideais.
- Conceito: Criação de um design inicial para o dispositivo, priorizando a ergonomia e a simplicidade, assegurando que o funcionamento básico seja eficiente conforme os objetivos estabelecidos.
- Funcionalidade: Integração de mecanismos que forneçam informações ao usuário sobre o consumo de água, além de alertar quando a água estiver começando a esfriar, promovendo maior controle e eficiência.

5.2 Prototipagem

- Desenvolvimento do Protótipo: Construção de um protótipo funcional utilizando materiais e componentes adequados. O projeto deve integrar sensores para monitoramento das pragas, permitindo a coleta de dados reais durante os testes.

5.3 Testes e Validação

- Testes Internos: Realização de testes preliminares para avaliar a funcionalidade, segurança e eficiência do protótipo, garantindo que todas as funções operem conforme esperado.
- Estudo Piloto: Implementação do protótipo com usuários reais, visando validar sua funcionalidade em condições reais de uso. A coleta de dados durante o estudo piloto será essencial para avaliar o impacto do dispositivo e seu desempenho na melhoria da coleta dos dados e análise das imagens.

5.4 Avaliação e Ajustes

- Análise de Dados: Avaliação detalhada dos dados coletados durante o estudo piloto, incluindo feedback dos usuários, para identificar pontos de melhoria.
- Ajustes no Protótipo: Realização de ajustes no protótipo com base nos resultados dos testes e no feedback dos usuários, a fim de otimizar a eficácia do dispositivo e melhorar sua aceitação.

5.5 Implementação e Disseminação

- Treinamento e Suporte: Oferecer treinamento para os usuários sobre a utilização correta do dispositivo, garantindo que saibam como tirar o máximo proveito de suas funcionalidades. Além disso, fornecer suporte técnico contínuo para resolver possíveis dúvidas ou problemas.

5.6 Monitoramento e Avaliação Contínua

- Monitoramento de Impacto: Acompanhamento contínuo do impacto do dispositivo, com foco no monitoramento de tais pragas e na conscientização ambiental. Coleta de dados sobre os impactos do dispositivo no ambiente.
- Revisão Periódica: Realização de revisões periódicas do projeto, incorporando avanços tecnológicos e atualizações baseadas em novas evidências científicas, garantindo que o dispositivo continue eficaz e relevante ao longo do tempo.

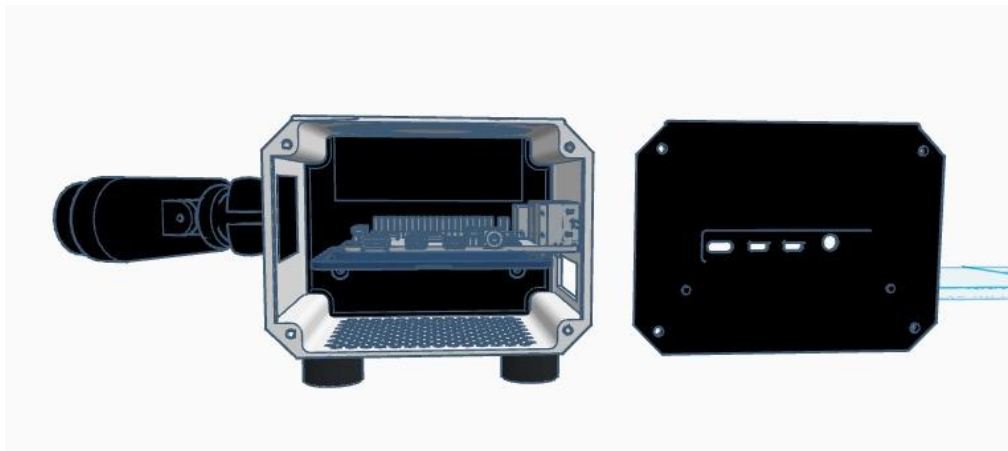
6. CRONOGRAMA

atividades	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Out	Set	Nov	Dez
Definição do problema	X								
Delimitação do problema	X								
Organização e definição das tarefas	X								
Estudo de anterioridade					X				
Fundamentação teórica			X						
Elaboração matriz SWOT e matriz CANVA	X								
Definir Listas de materiais					X				
Projetar modelagem mecânica	X								
Projetar circuito elétrico		X							
Elaboração e algoritmos de controle			X						

Testes em bancada								X	
Análise de dados							X		X
Relatórios parciais									
Relatório final									X

7. RESULTADOS

Figura 4: Modelo protótipo 3D interior.



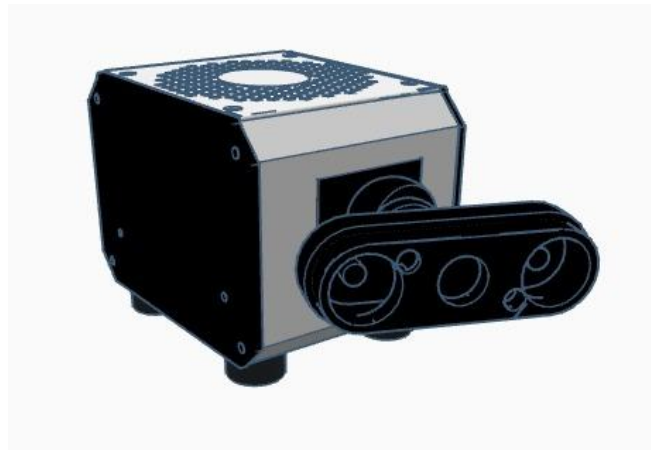
Fonte: Autores

Legenda: Vista interna do modelo 3D do protótipo com a Raspberry Pi 4 posicionada e tampa traseira destacada.

- A placa está instalada em posição horizontal no interior da caixa.
- Todas as portas (USB, HDMI, Ethernet, GPIO etc.) estão acessíveis pelo painel frontal.
- A estrutura é pensada para facilitar o acesso e o gerenciamento de energia, dados e periféricos.

- Na parte superior do protótipo, encontra-se o cooler responsável pelo resfriamento ativo do Raspberry Pi 4, essencial para manter a temperatura ideal de operação e garantir um funcionamento estável, mesmo sob carga elevada. Acima do cooler, foram incorporados furos estrategicamente posicionados que facilitam o fluxo de ar, promovendo uma ventilação eficiente dentro do compartimento.

Figura 5: modelo 3D design exterior.



Fonte: Autores

Legenda: O protótipo é feito em afilamento impresso em 3D. Na face frontal, possui dois emissores infravermelhos (IR) nas laterais, semelhantes a “olhos”, e uma câmera central. Esse conjunto é ideal para captura de imagens em baixa luz, com suporte à visão noturna e detecção de animais como ratos e escorpiões.

A estrutura é modular, com plataforma de sustentação para o Raspberry Pi e suporte elevado com quatro pés para garantir estabilidade. Na parte traseira, há aberturas para USB-C (alimentação), HDMI (vídeo) e USB padrão para conexão de periféricos, como uma câmera externa.

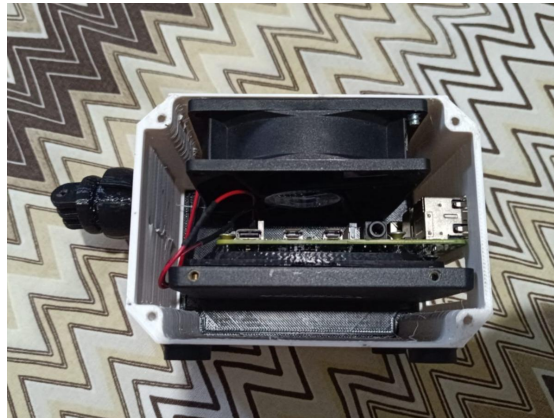
Figura 6: Câmera e Raspberry pi 4 .



Fonte: Autores

Legenda: É possível observar a câmera posicionada ao centro, já fixada em sua base parcialmente montada. Ao lado, vemos o Raspberry Pi recém-chegado, pronto para ser integrado ao protótipo

Figura 7: Protótipo parte Interna.



Fonte: Autores

Legenda: Conseguimos visualizar a parte interna do protótipo, onde a Raspberry Pi 4 está devidamente instalada no interior da estrutura. Sua posição estratégica garante o funcionamento eficiente dos demais componentes, como a câmera, os sensores e o sistema de armazenamento. A disposição interna foi planejada para otimizar o espaço e assegurar a proteção dos circuitos, favorecendo tanto a ventilação quanto a manutenção do equipamento.

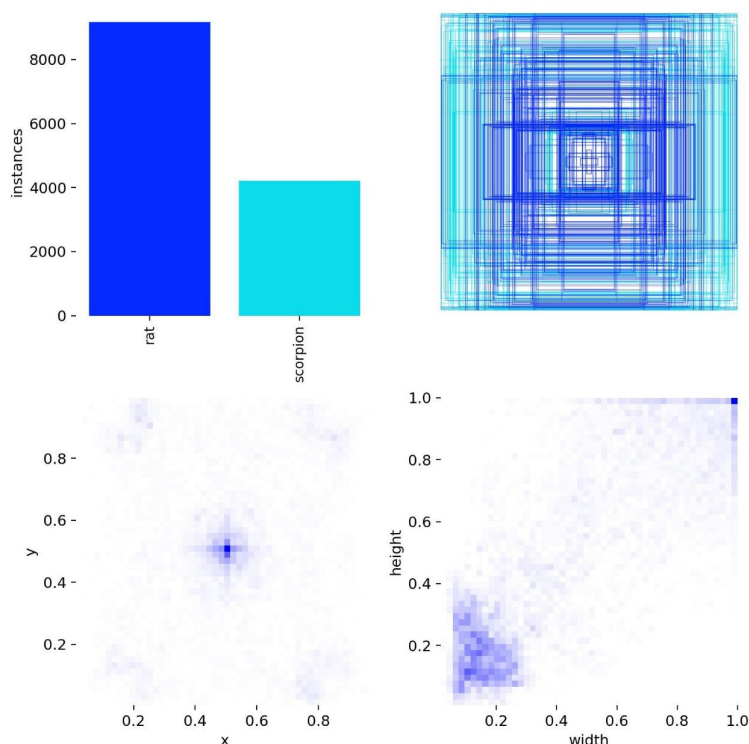
Figura 8: Protótipo parte externa.



Fonte: Autores

Legenda: Na imagem, é possível observar o dispositivo finalizado, com a estrutura impressa em 3D e a câmera posicionada externamente para captar imagens do ambiente. Internamente, a Raspberry Pi 4 e os demais componentes eletrônicos estão protegidos dentro da caixa, garantindo segurança, mobilidade e eficiência no funcionamento. O design compacto permite fácil instalação em diversos ambientes urbanos e residenciais.

Figura 9: Análise do Dataset de Detecção ("rat" e "scorpion").



Fonte: Autores.

Legenda: A análise dos quatro gráficos revela que o dataset está desbalanceado, com cerca de 9000 instâncias de "rat" e 4000 de "scorpion". As bounding boxes estão majoritariamente centralizadas, indicando que os objetos aparecem geralmente no centro das imagens. A distribuição de tamanhos mostra que a maioria dos objetos é pequena, embora existam outliers maiores, o que exige um modelo capaz de lidar com variação de escala.

Figura 10: Dataset Barata.



Fonte: Autores.

Legenda: Nosso dataset contém um total de 4.594 imagens da classe "barata", fornecendo uma base significativa para treinar modelos de detecção e classificação. Esse volume de dados contribui para melhorar a capacidade do modelo em reconhecer padrões visuais característicos da espécie, especialmente em condições variadas de iluminação e ambiente.

Figura 11: Dataset escorpião.



Fonte: Autores.

Legenda: Nosso dataset conta com um total de 7.849 imagens da classe "escorpião", oferecendo uma base abrangente para o treinamento de modelos de inteligência artificial. Esse volume expressivo de dados contribui significativamente para o aprendizado da IA, permitindo que ela identifique com precisão as características visuais dessa espécie, mesmo em cenários desafiadores, como baixa iluminação ou diferentes ângulos de captura.

Sendo assim, temos um protótipo funcional, capaz de detectar com precisão a presença de pragas como ratos, escorpiões e baratas. O sistema já opera de forma eficiente, processando imagens em tempo real e identificando automaticamente esses animais com base em um modelo de visão computacional treinado.

Em etapas futuras do projeto, planejamos expandir a base de dados e o modelo de detecção, incorporando outras espécies de pragas urbanas. Essa evolução permitirá ao sistema abranger um número cada vez maior de ameaças ambientais, aumentando sua aplicabilidade e contribuindo de forma ainda mais significativa para o monitoramento inteligente de ambientes urbanos e residenciais.

8. CONCLUSÕES

O projeto consiste no monitoramento automatizado de pragas urbanas (como ratos, baratas e escorpiões) utilizando hardware acessível, como a *Raspberry Pi 4* integrada a câmera e sensores infravermelhos. Desenvolvemos um protótipo funcional capaz de detectar pragas em tempo real com o modelo *YOLO v8*, mesmo em ambientes com baixa luminosidade.

O sistema organiza os dados por dia, data e hora, realiza o armazenamento local e faz a sincronização semanal, mesmo em ambientes sem conexão Wi-Fi, operando de forma portátil e offline. Além disso, envia notificações automáticas em caso de detecção, facilitando ações corretivas imediatas e aumentando a conscientização pública. O fluxo de alertas para smartphones mostrou potencial para respostas rápidas e estratégias preventivas.

A IA embarcada demonstrou alta precisão na identificação dos vetores, com marcações visuais confiáveis, validando a eficácia do *YOLO v8* em condições reais. A arquitetura híbrida (online/offline) garantiu o funcionamento pleno mesmo em regiões de baixa conectividade, e os testes confirmaram a viabilidade da solução proposta.

Próximos passos:

- Inclusão de novos animais sinantrópicos, como carrapatos, caramujos africanos e cobras, ampliando o impacto na saúde pública.
- Expansão dos datasets para aprimorar a detecção de espécies morfologicamente similares, reduzindo falsos positivos.

O projeto validou todas as hipóteses iniciais e obteve os objetivos propostos, estabelecendo uma base sólida para sua escalabilidade futura. Os próximos desenvolvimentos serão focados em ampliar a abrangência taxonômica e a robustez analítica, com a integração de novas camadas de inteligência artificial.

9. REFERÊNCIAS

ALVES, Vera. Presença de ratos nas cidades oferece riscos à saúde e danos materiais. O Globo, 13 maio 2024. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/brasil/noticia/2024/05/13/presenca-de-ratos-nas-cidades-oferece-riscos-a-saude-e-dano-s-materiais.ghtml>. Acesso em: 17 set. 2024.

BIOMAX. Escorpiões: veneno, morfologia, biologia e prevenção. Disponível em: <https://www.biomax-mep.com.br/escorpioes-veneno-morfologia-biologia-e-prevencao/>. Acesso em: 17 set. 2024.

BIOSSEG. Acompanhamento de controle de pragas: qual é a importância do monitoramento após o serviço? São Paulo, 2022. Disponível em: <https://biosseg.com.br/blog/acompanhamento-de-controle-de-pragas-qual-e-a-importancia-do-monitoramento-apos-o-servico/>. Acesso em: 13 set. 2024.

CDC – CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Rodents: prevention and risks. 2024. Disponível em: <https://www.cdc.gov/rodents/index.html>. Acesso em: 14 set. 2024.

PAPINI, Solange; OLIVEIRA, Juliana Lima; MAZZONI, Alessandro; ANDRADE, Maria Inês Oliveira; LUCHINI, Luiz Carlos. Abundância e impacto do controle de pragas urbanas na região de uma subprefeitura do município de São Paulo. Hygeia, Uberlândia, v. 5, n. 9, p. 32–41, dez. 2009. Disponível em: <https://revista.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/143>. Acesso em: 17 set. 2024.

PARANÁ. Secretaria da Saúde. Acidentes por animais peçonhentos. Curitiba: SESA, 2024. Disponível em: <https://www.saude.pr.gov.br/Pagina/Acidentes-por-animais-peconhentos>. Acesso em: 13 set. 2024.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Animais sinantrópicos: saiba quais são os principais e as doenças que transmitem. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://capital.sp.gov.br/w/noticia/animais-sinantropicos-saiba-quais-sao-os-principais-e-as-doencas-que-transmitem>. Acesso em: 13 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Leptospirose. Portal Gov.br. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/l/leptospirose>. Acesso em: 12 set. 2024.

TELES, K. et al. Deep learning-based classification of scorpions in the wild using MobileNet. arXiv preprint, arXiv:2105.15041, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2105.15041>. Acesso em: 14 set. 2024.

WIKIPÉDIA. Barata. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Barata>. Acesso em: 17 set. 2024.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. Vector-borne diseases. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>. Acesso em: 14 set. 2024.

ZORZENON, Francisco José. Noções sobre as principais pragas urbanas. Biológico, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 231–234, jul./dez. 2002. Disponível em: https://biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v64_2/zorzenon.pdf. Acesso em: 17 set. 2024.

INSTITUTO BUTANTAN. Leptospirose: saiba quais são os riscos da doença e como se prevenir durante enchentes e chuvas intensas. 2023. Disponível em: <https://butantan.gov.br/noticias/leptospirose-saiba-quais-sao-os-riscos-da-doenca-e-como-se-prevenir-durante-e-enchentes-e-chuvas-intensas>. Acesso em: 12 set. 2024.

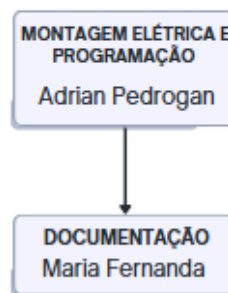
RASPBERRY PI LTD. Raspberry Pi 4 Model B product brief. 2023. Disponível em: <https://datasheets.raspberrypi.com/rpi4/raspberry-pi-4-product-brief.pdf>. Acesso em: 18 set. 2024.

ANEXOS

Figura 12: Organograma

LÍDER: Adrian Pedrogan

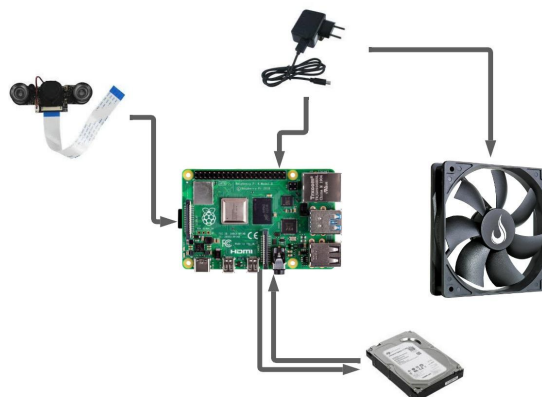
ORGANOGRAMA



Fonte: Autores.

Legenda: A organização dos estudantes mediante ao desenvolvimento do projeto apresentado.

Figura 13: Diagrama



Fonte: Autores.

Legenda: Representação esquemática básica ilustrando, entradas (elementos ou dados iniciais do sistema) e saídas (Resultados ou produtos gerados pelo processamento das entradas). Demonstrando a relação fundamental de transformação *input → output* em processos técnicos.

Figura 14: Código

```
import os
import json
import requests
import asyncio
from datetime import datetime
from ultralytics import YOLO
import cv2
from picamera2 import Picamera2

# Configurações
CONFIDENCE_THRESHOLD = 0.8
MODEL_PATH = "Plague_Detector/weights/best.pt"
SAVE_PATH = "auto_dataset"
CLASS_MAP = {"cockroach": 1, "rat": 2, "scorpion": 0}
CLASS_MAP_PT = {"barata": 0, "rato": 1, "escorpiao": 2} # Mapeamento de
classes para português
COLORS = {"rat": (0, 255, 0), "scorpion": (0, 0, 255), "cockroach": (255, 0, 0)}
IS_ONLINE = False

# Verificar se há conexão com a internet
try:
    requests.get("http://www.google.com", timeout=5)
    IS_ONLINE = True
    print("✅ Conexão com a internet detectada.")
```

Fonte: Autores.

Legenda: Script de Detecção de Pragas com YOLO

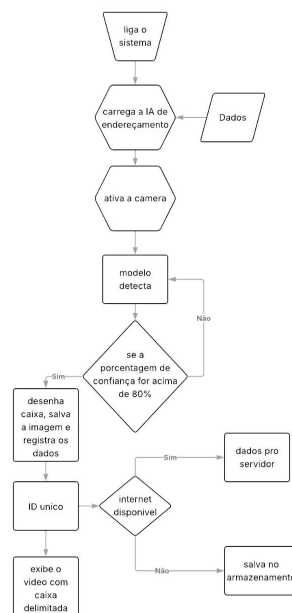
Código Python para sistema de identificação de roedores e escorpiões utilizando visão computacional. Configura:

- Modelo YOLO com pesos pré-treinados (best.pdf)
- Classes mapeadas (ratos, escorpiões, estradas) com esquema de cores RGB
- Limiar de confiança (0.0) e diretório para armazenamento de dados (auto_dataset)
- Verificação automática de conectividade com a internet (IS_DIMINE)

- Integração com bibliotecas especializadas (cx2, piconread) para processamento e leitura de sensores.

Funcionalidade central: sistema autônomo de detecção com suporte a operação offline/online, sendo assim uma parte de como se deu a IA do protótipo.

Figura 15: Fluxograma.



Fonte: Autores.

Legenda: A partir do fluxograma apresentado, o protótipo funciona, em teoria, como planejado.