

PomboZero: Sistema Autônomo para Dispersão de Pombos

Resumo: O controle de populações de pombos é uma necessidade crítica em diversos ambientes, incluindo áreas urbanas (praças, telhados), rurais (fazendas, silos), industriais (fábricas, armazéns), operacionais (portos e aeroportos) e comerciais (estações, shoppings). Esses animais representam riscos significativos à segurança operacional, à integridade das estruturas e à saúde pública, causando corrosão por excrementos ácidos, obstrução de sistemas de ventilação, contaminação de alimentos e transmissão de doenças como criptococose e histoplasmose. Além disso, acidentes decorrentes da presença dessas aves, como quedas estruturais e falhas em equipamentos elétricos, resultam em prejuízos econômicos consideráveis. Métodos tradicionais de controle, como barreiras físicas ou repelentes químicos, apresentam eficácia limitada e impactos ambientais negativos. Nesse contexto, o PomboZero propõe uma solução inovadora, acessível e ambientalmente responsável, baseada em hardware de baixo custo e inteligência artificial simplificada, adequada para múltiplos ambientes e especialmente para regiões com recursos restritos. O sistema combina visão computacional embarcada e dispersão automatizada: uma câmera RGB conectada a um Raspberry Pi captura imagens em tempo real, enquanto um modelo de IA treinado no Teachable Machine e integrado via TensorFlow Lite identifica a presença de pombos. Quando detectadas, aves são afastadas automaticamente por meio de estímulos combinados: sons de predadores, ultrassons e feixes de laser visuais. O equipamento é alimentado por energia solar, garantindo operação autônoma e sustentável. O PomboZero representa uma abordagem eficiente, escalável e ambientalmente consciente para a gestão de populações de pombos, minimizando riscos biológicos, corrosão de equipamentos e prejuízos econômicos em portos, armazéns e outras instalações vulneráveis.

1. Introdução

O controle de populações de pombos é essencial para ambientes portuários, industriais, urbanos e rurais, devido aos riscos à segurança operacional, à integridade das estruturas e à saúde pública. Excrementos ácidos causam corrosão, aves obstruem sistemas de ventilação, contaminam alimentos e transmitem doenças como criptococose e histoplasmose. Acidentes estruturais e falhas em equipamentos resultam em prejuízos econômicos significativos.

Métodos tradicionais, como redes físicas ou repelentes químicos, apresentam eficácia limitada e impactos ambientais negativos. O **PomboZero** propõe uma solução autônoma, de baixo custo e sustentável, baseada em hardware acessível, visão computacional e estímulos de dispersão automatizados.

2. Objetivos

2.1 Geral

Desenvolver um sistema autônomo capaz de detectar e dispersar pombos em tempo real, reduzindo riscos à infraestrutura e à saúde pública em ambientes diversos.

2.2 Específicos

- Implementar visão computacional embarcada para identificação de pombos usando IA.
- Desenvolver estímulos de dispersão combinando som, ultrassom e laser.

- Garantir operação autônoma com energia solar.
- Criar um protótipo escalável e de baixo custo.
- Fornecer dados de monitoramento de aves para análise futura.

3. Metodologia

3.1 Captura e Processamento de Imagem

- Uso de câmera RGB conectada a um Raspberry Pi.
- Processamento local das imagens com TensorFlow Lite, utilizando modelos treinados no Teachable Machine.
- Detecção em tempo real com taxa mínima de 5 FPS para ativação imediata dos estímulos.

3.2 Sistema de Dispersão

- Estímulos combinados:
 - Sons de predadores em frequência audível para pombos.
 - Ultrassons ajustados para frequência sensível às aves.
 - Feixes de laser visual em padrões irregulares.
- Ativação automática apenas quando pombos são detectados.

3.3 Fonte de Energia

- Pannel solar fotovoltaico de baixa potência.
- Bateria de lítio para operação noturna e períodos sem sol.

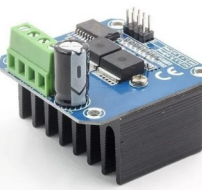
3.4 Operação Autônoma

- Sistema embarcado monitora continuamente a área.
- Ativa estímulos apenas quando aves são detectadas, economizando energia.
- Possível integração futura com dashboard ou app de monitoramento remoto.

4. Componentes de Hardware

4. Componentes Principais de Hardware

Componente	Componente / Modelo	Imagem	Função	Observações	Custo Estimado (R\$)
Computador embarcado	Raspberry Pi 4B 4GB + Carregador		Processamento de imagem e controle do sistema	Baixo custo, suporte a TensorFlow	R\$ 400,00

Componente	Componente / Modelo	Imagem	Função	Observações	Custo Estimado (R\$)
Alimentação Elétrica AC/DC	Fonte Carregador Usb-c 5v/3a U1002		Alimentação Elétrica	Fonte elétrica primária para Uso do Raspberry Pi4	R\$ 40,00
Câmera RGB	Raspberry Pi Camera v3		Captura de imagens RGB para detecção de aves	8 MP, conectividade CSI	R\$ 150,00
Emissor de som	Alto-falante piezo / mini speaker		Emite sons de predadores	Pode ser protegido contra intempéries	R\$ 50,00
Módulo	Módulo Amplificador Classe D PAM8403		Amplifica o sinal de áudio do Raspberry Pi para o alto-falante.	Essencial, pois o GPIO/saída nativa do Pi é fraca.	R\$ 20,00
Emissor ultrassom	Módulo Driver Ponte H 43a Bts7960 Alta Potência Para Arduino		Gera sons ultrassônicos de alta potência para dispersão.	Requer um circuito driver dedicado para eficácia.	R\$ 60,00
Laser	Laser 5mW, classe IIIa		Feixe de dispersão visual	Seguro para aves e pessoas	R\$ 50,00
Painel solar	Painel Solar 15w Saída 16v com Controlador de carga 50a Pwm inteligente 12v - 24v automático		Alimentação por energia solar	Kit com controlador de carga	R\$ 250,00

Componente	Componente / Modelo	Imagem	Função	Observações	Custo Estimado (R\$)
Placa de Relés/Controle	Módulo de Relé de 2 Canais		Isolar e acionar os atuadores de 12V (Laser e Ultrassom).		
Conversor	Módulo Conversor XL4015 DC/DC Step Down 36V max. 3A		Ajuste De Tensão.		
Bateria	Lítio 12V 5Ah		Armazenamento de energia	Garante operação noturna	R\$ 200,00
Estrutura	Caixa de Projeto (Patola) PB-220/70 (228×190×71mm)		Suporte e proteção para todos os componentes	Abrigar todos os componentes eletrônicos.	R\$ 150,00
Dissipador de Calor	Micro Ventilador 12dc 3.36w 92x92x25mm 2 Fios				R\$ 40,00

Estimativa total estimado: ~R\$ 1.250,00

5. Componentes de Software

Software / Biblioteca	Função	Observações
Raspberry Pi OS / Ubuntu	Sistema operacional embarcado	Suporte a Python e TensorFlow
Python 3.x	Linguagem de programação principal	Integra sensores e IA
TensorFlow Lite	Inferência de modelos de IA	Modelos leves para dispositivos embarcados
Teachable Machine	Treinamento de modelos de detecção de pombos	Exporta modelos compatíveis com TFLite
OpenCV	Processamento de imagens	Detecção de movimento e pós-processamento
GPIO Library (RPi.GPIO)	Controle de atuadores	Liga/desliga ultrassom, laser, som
Dashboard / App (opcional)	Monitoramento remoto	A ser desenvolvido

6. Diagrama Funcional

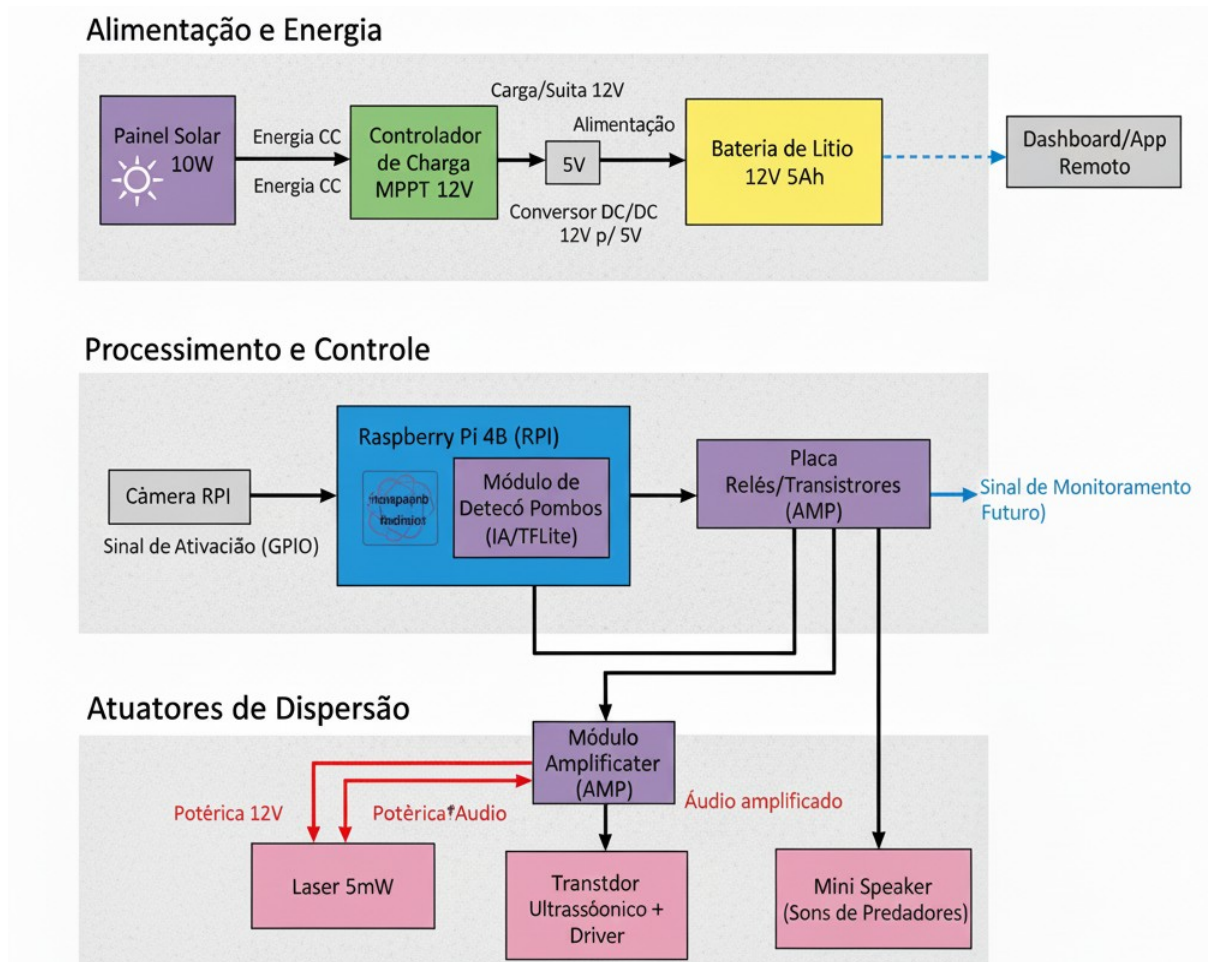


Figura 1: Diagrama Funcional: Mostrar a função de cada componente e o fluxo de dados e energia entre eles

7. Diagrama de Interconexão

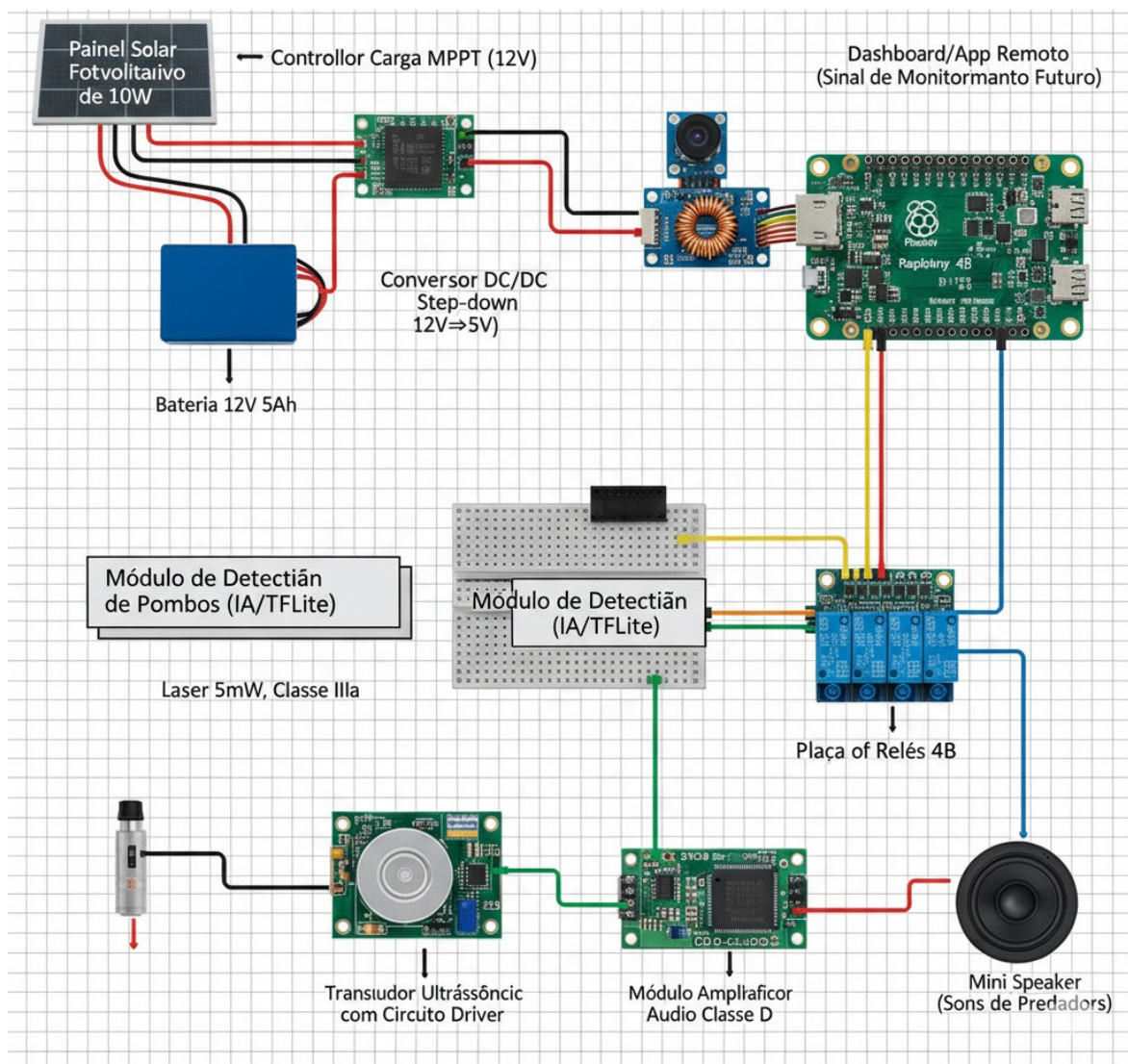


Figura 2: Diagrama de Interconexão: Mostrar a conexão física e os caminhos dos circuitos entre os componentes reais

6. Referenciais

1. Haag-Wackernagel, D., & Moch, H. (2004). Health hazards posed by pigeons. *Journal of Infection*, 48(4), 307-313.
2. Raspberry Pi Foundation. (2025). Raspberry Pi 4 Documentation. Recuperado de <https://www.raspberrypi.com/documentation/>
3. Hafez, M. H. (2010). Pigeon-related diseases: A review. *Poultry Science*, 89(6), 1213-1220.
4. Google. (2025). Teachable Machine Documentation. Recuperado de <https://teachablemachine.withgoogle.com/>
5. TensorFlow. (2025). TensorFlow Lite Overview. Recuperado de <https://www.tensorflow.org/lite>