

SafeSkies: Desenvolvimento de um protótipo para detecção e rastreamento de balões em áreas de risco utilizando inteligência artificial

Estudante: Leonardo Paschoal Bartoccini; Orientador: Rodrigo Assirati Dias; Coorientador: Wayner de Souza Klën

INTRODUÇÃO

- A soltura de balões é uma tradição cultural brasileira que remonta ao século XVI, provavelmente trazida por colonizadores portugueses durante as festas juninas. Apesar de ilegal, ainda hoje cerca de 100 mil balões são lançados por ano no Brasil (CENIPA, 2023).



Figura 1 – Incêndio no Parque do Juquery
Fonte: <https://dante.pro/juqueryfoto>.

Balões são uma das principais causas de incêndios florestais, pois utilizam fogo para locomoção e frequentemente iniciam focos de incêndio ao cair. Em 2021, um balão provocou um incêndio que devastou 53% do Parque Estadual do Juquery (SP Notícias, 2024).

Balões também representam um grande risco à aviação, pois não são detectados por radares e podem colidir com aeronaves. Em 2023, o Aeroporto de Viracopos registrou uma média de uma queda de balão a cada oito dias em sua área interna (G1 Campinas, 2023).



Figura 2 – Balão próximo à avião.
Fonte: <https://dante.pro/aviaofoto>.



Figura 3 – Balão pegando fogo.
Fonte: <https://dante.pro/balaofogo>.

Por fim, em áreas urbanas, os balões podem causar acidentes graves. Em 2024, um balão em São Paulo provocou incêndio próximo a residências e a uma creche, deixando 1 milhão de pessoas sem energia elétrica (G1 SP, 2024).

- Atualmente, não existe uma solução tecnológica amplamente adotada para detectar e monitorar esses balões. Normalmente, os moradores locais relatam os avistamentos às autoridades, um processo que pode levar muito tempo.

QUESTÃO-PROBLEMA

Como detectar e prever a queda de balões em regiões de risco, como unidades de conservação ambiental e aeroportos?

HIPÓTESE

Hipotetizamos que, através da criação de um sistema de medição *in loco* baseado em câmeras e visão computacional, é possível detectar, rastrear e estimar o movimento de balões em áreas de risco, mitigando danos potenciais.

REFERÊNCIAS

- DECEA. DECEA alerta sobre os riscos da soltura de balões. 2023. Disponível em: <https://dante.pro/riscosbaloes>. Acesso em: 29 set. 2023.
- G1 Campinas e Região. Viracopos registra média de uma queda de balão a cada oito dias em área interna do aeroporto e soma chega a 76% do total de 2022. 2023. Disponível em: <https://dante.pro/viracopos>. Acesso em: 05 set. 2023.
- G1 SP. Balão arrasta carro, ergue moto, atinge rede elétrica e cai sobre imóveis e creche em SP; VÍDEO. 2024. Disponível em: <https://dante.pro/noticiabalao>. Acesso em: 13 ago. 2024.
- G1 SP. Levantamento mostra que incêndio no Parque do Juquery consumiu 53% da área verde; veja antes e depois. 2021. Disponível em: <https://dante.pro/juqueryg1>. Acesso em: 13 ago. 2024.
- LIANG, J. A review of the development of yolo object detection algorithm. *Applied and Computational Engineering*, v. 71, p. 39–46, 08 2024.
- ZOU, J.; HAN, Y.; SO, S.-S. Overview of artificial neural networks. In: *Artificial neural networks: methods and applications*. [S.l.]: Humana Press, 2009. p. 14–22.
- LIANG, J. A review of the development of yolo object detection algorithm. *Applied and Computational Engineering*, v. 71, p. 39–46, 08 2024.
- MARQUES, M. Z. de S.; GARCIA, C. M. Os riscos causados pelo lançamento de balões não tripulados: Um olhar sobre a segurança da aviação brasileira. *Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas*, v. 1, n. 2, p. 83–111, 2021.
- MONARD, M. C.; BARANAUSKAS, J. A. Conceitos sobre aprendizado de máquina. *Sistemas inteligentes-Fundamentos e aplicações*, v. 1, n. 1, p. 32, 2003.
- Nutrição FSP. *Festas juninas: origem e celebração*. 2023. Disponível em: <https://dante.pro/origemdafesta>. Acesso em: 16 set. 2023.

METODOLOGIA E RESULTADOS

1 TREINAMENTO DO MODELO

- O treinamento foi realizado com um dataset de 6.073 imagens de balões, pássaros e aviões, que foi dividido em 80% para treino, 10% para validação e 10% para testes. O modelo YOLO foi treinado para detectar esses objetos.



Figura 4 – Exemplos de bounding boxes em imagens.
Fonte: Autoria própria.

1.2 ANÁLISE DE DESEMPENHO

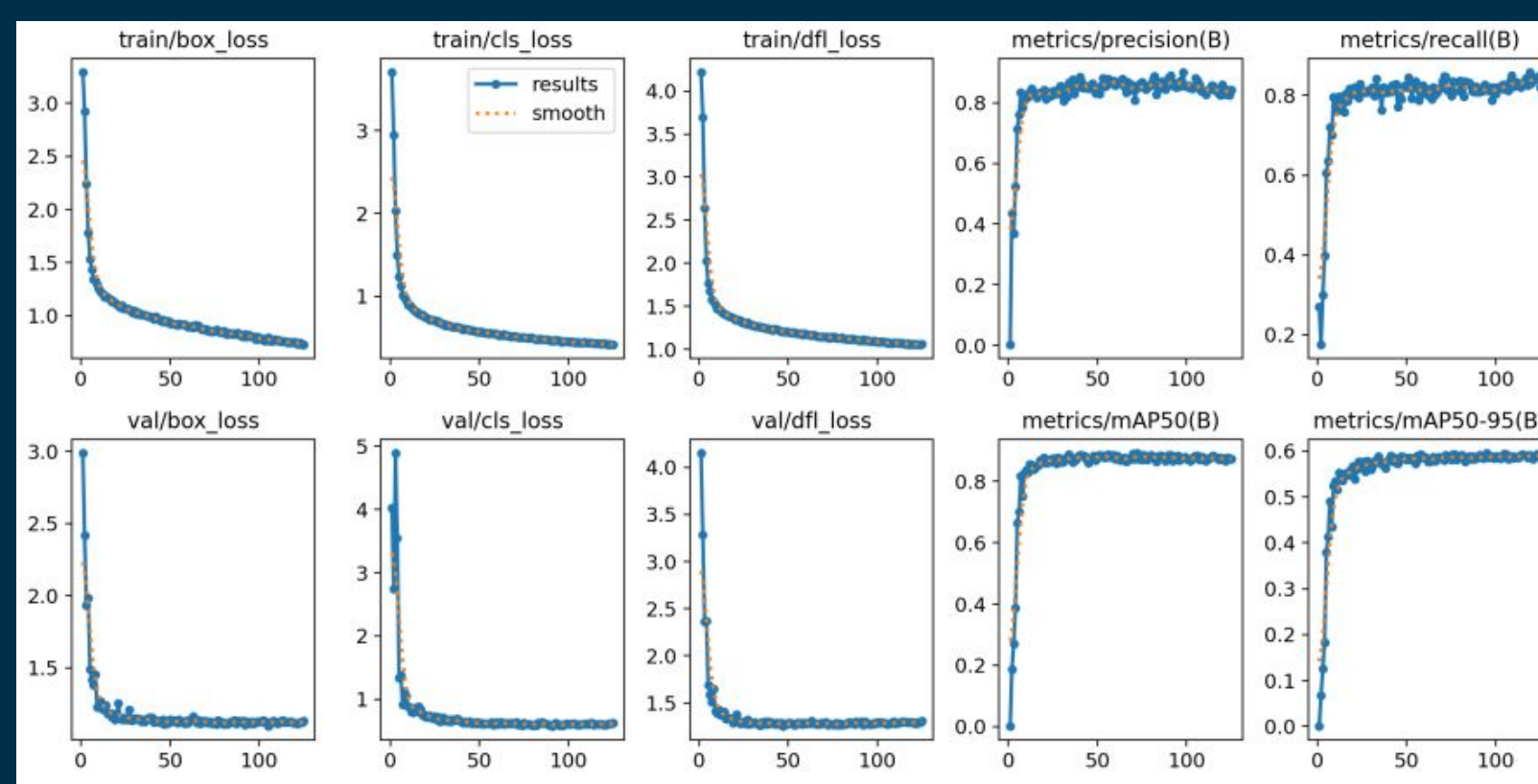


Figura 5 – Gráficos da detecção de balões no treinamento.
Fonte: Autoria própria.

- Durante o treinamento, observou-se uma progressiva queda na função de perda e um aumento da acurácia.
- Os resultados demonstraram um aprendizado adequado do modelo com 94% de precisão, 92% de recall e 93% de F1 Score confirmando sua eficiência para a tarefa de detecção.

2 SISTEMA DE RASTREAMENTO

- Um protótipo foi construído com duas câmeras Logitech C270 acopladas a um sistema pan-tilt controlado por servomotores e um Arduino Uno.
- Para rastrear balões em vídeos, foi usada a biblioteca OpenCV e, para mantê-los centralizados no campo de visão, foi implementado um controlador PID, garantindo maior precisão nos cálculos.

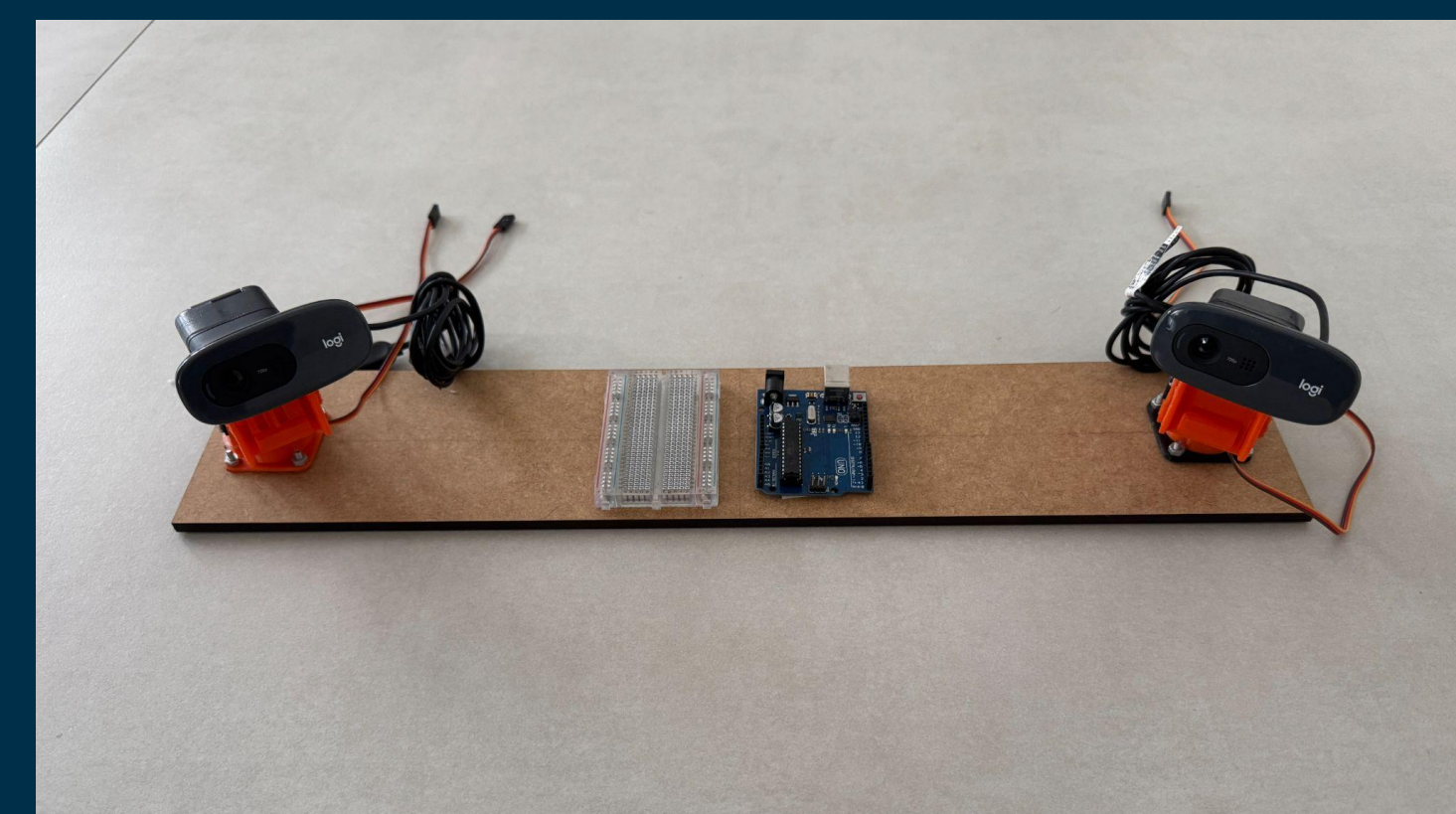


Figura 6 – Foto do protótipo funcional.
Fonte: Autoria própria.

3 CÁLCULO DE POSIÇÃO E TRAJETÓRIA

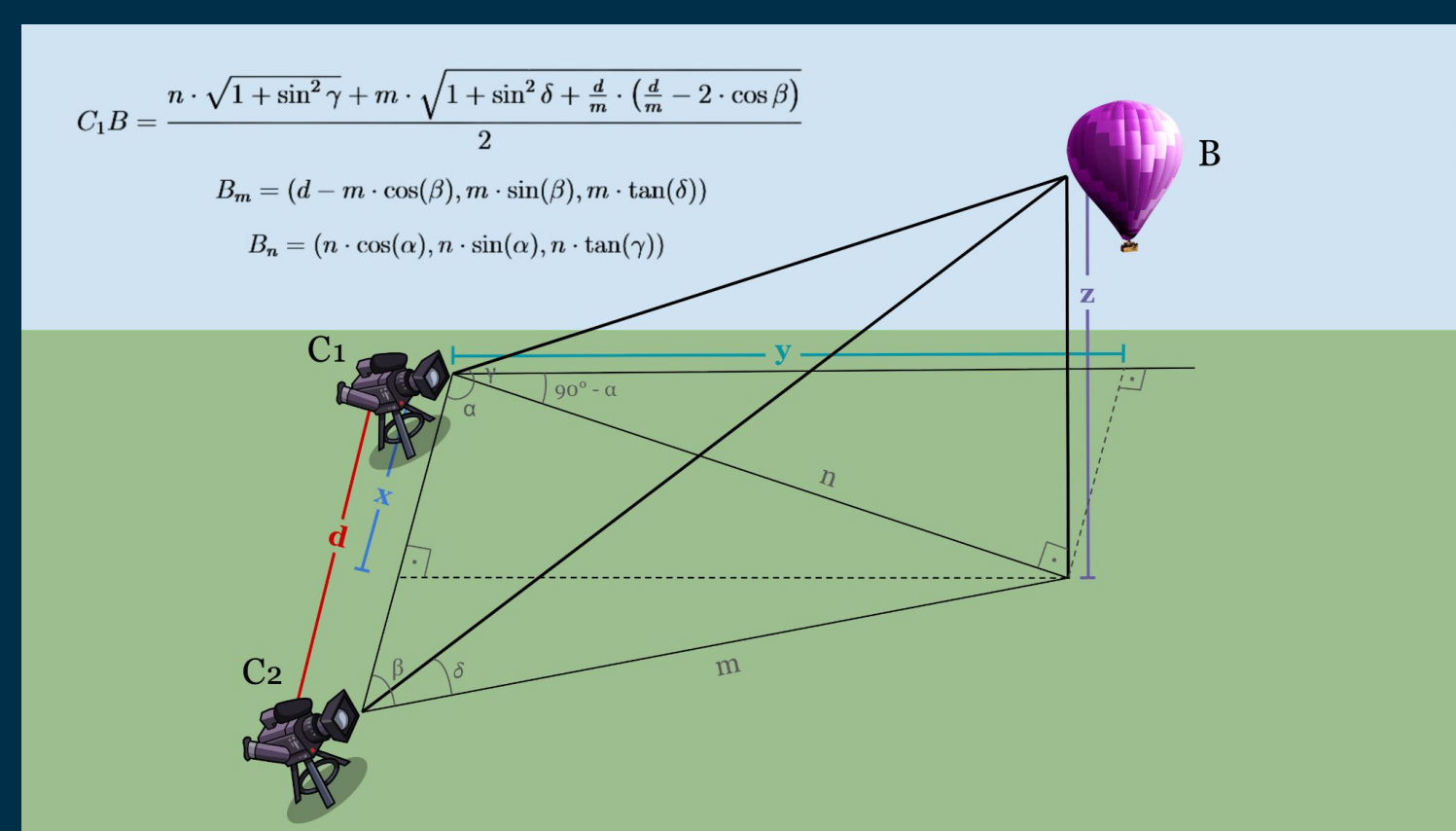


Figura 7 – Esquema representativo do método da triangulação.
Fonte: Autoria própria.

- Por meio da triangulação, foi possível aplicar trigonometria para derivar uma equação que expressa a posição do balão em relação a uma câmera dados a distância d e os ângulos α , β , γ , δ .
- As previsões são feitas a partir da posição e velocidade do balão e de dados meteorológicos, como vento no local, coletados em tempo real.

3.2 ADIÇÕES FINAIS

- Expoente de Lyapunov: visa avaliar o grau de caoticidade do sistema, permitindo estimar o horizonte de previsibilidade para a posição do balão.
- Alertas Automáticos: notifica as autoridades assim que um balão é detectado, reduzindo o tempo de resposta em caso de queda.

CONCLUSÃO

1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Nos testes controlados, realizados com vídeos simulados e objetos substituindo os balões, o sistema conseguiu identificar e rastrear alvos em diferentes condições de luz e movimento, corroborando parcialmente a hipótese formulada.

2 PROJEÇÕES FUTURAS

- Realização de testes em cenário real, como aeroporto ou área de proteção ambiental (Parque Estadual do Jaraguá): validação da trajetória e correção de erros.
- Utilização de um Jetson Nano para execução do código, dispensando a necessidade de um computador dedicado no local e permitindo uso de câmeras de alta resolução.