
 **RTCM**
Rede Temática de Comunicações Móveis

 Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior de Tecnologia

Utilização de Técnicas de Visão Computacional para Identificar e Quantificar Diferentes Tipos de Utilizadores de Percursos Cicláveis e Percursos Pedestres

Joaquim Miguel¹, Pedro Mendonça¹, João M. L. P. Caldeira^{1,2}, Vasco N. G. J. Soares^{1,2}

¹ Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior de Tecnologia, Castelo Branco, Portugal
² Instituto de Telecomunicações, Covilhã, Portugal

joaquim.miguel@ipcbcampus.pt, mendonca.pedro@ipcbcampus.pt, jcaldeira@ipcb.pt, vasco.g.soares@ipcb.pt

35º Seminário RTCM, Instituto de Telecomunicações - Covilhã, 9 de fevereiro de 2024

1

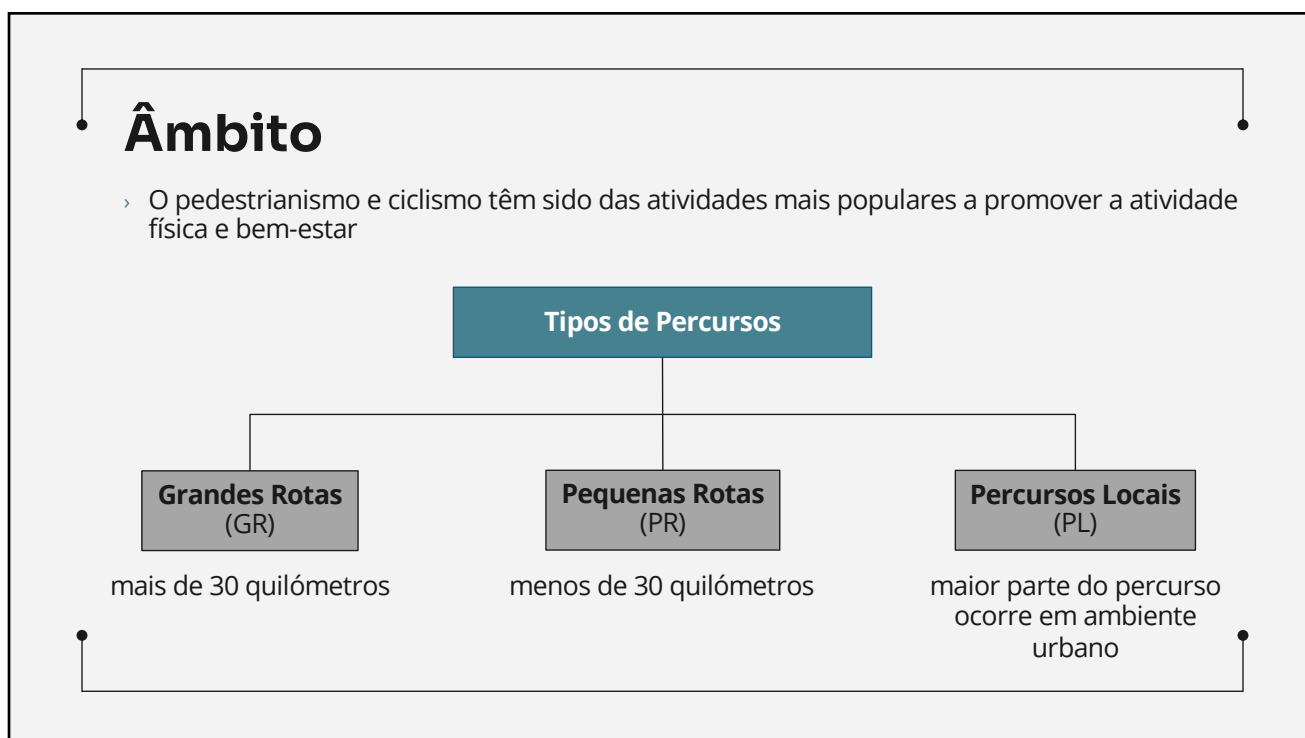
Índice

- 01** Introdução
Âmbito, Problema, Objetivos e Cronograma
- 02** Trabalho Relacionado
Processo de Pesquisa e Seleção, Resultados Obtidos, Análise Crítica
- 03** Técnicas de Visão Computacional
Arquiteturas CNN, One e Two-Stage Detection, Análise de Modelos CNN
- 04** Avaliação de Desempenho
Dataset, Cenário de *Benchmark*, Métricas de Desempenho, Resultados e Discussão (Treino, Teste)
- 05** Conclusão e Trabalho Futuro

2



3



4

Âmbito

- › Percursos são sinalizados ao longo do trajeto em sinais, rochas, muros, estacas ou postes de eletricidade
- › Muitos percursos não estão registados
- › Falta de informações confiáveis sobre a frequência de uso e tipos de utilizadores destes espaço



5

Definição do Problema

Exigência de Avaliação

Infraestruturas impulsionadas pelos municípios exigem uma avaliação precisa do impacto turístico

Dados Confiáveis

Gestores necessitam de dados confiáveis sobre a utilização efetiva dessas infraestruturas

Elementos a Avaliar

- › Identificação dos tipos de utilizadores
- › Quantificação do nº de utilizadores
- › Conhecimento dos momentos de maior afluência

Gestão de Lotação

A gestão de lotação deve ser considerada em áreas sensíveis com regulamentos específicos de preservação

6

Definição do Problema

Objetivo

- > Atingir a eficácia na detecção de objetos em movimento

Decisão Estratégica

- > Estudar soluções específicas



Razões para Escolha

- > Evidências indicam eficácia e relevância no contexto desejado

Técnicas de Visão Computacional

- > Principal técnica para detecção de objetos em movimento

7

Objetivos



Propor e avaliar uma solução utilizando técnicas de visão computacional para identificar e quantificar diferentes utilizadores em percursos cicláveis e pedestres

Solução procura contribuir para uma abordagem eficiente na manutenção, promoção e gestão de fluxos nestes percursos

8

Cronograma

	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro
Tarefa Nº1					
Tarefa Nº2					
Tarefa Nº3					
Tarefa Nº4					

› São delineados objetivos intermédios, como:

- **Tarefa Nº1** - Análise do estado da arte e Levantamento tecnológico
- **Tarefa Nº2** - Identificação de abordagens
- **Tarefa Nº3** - Estudo detalhado das abordagens
- **Tarefa Nº4** - Testes de desempenho

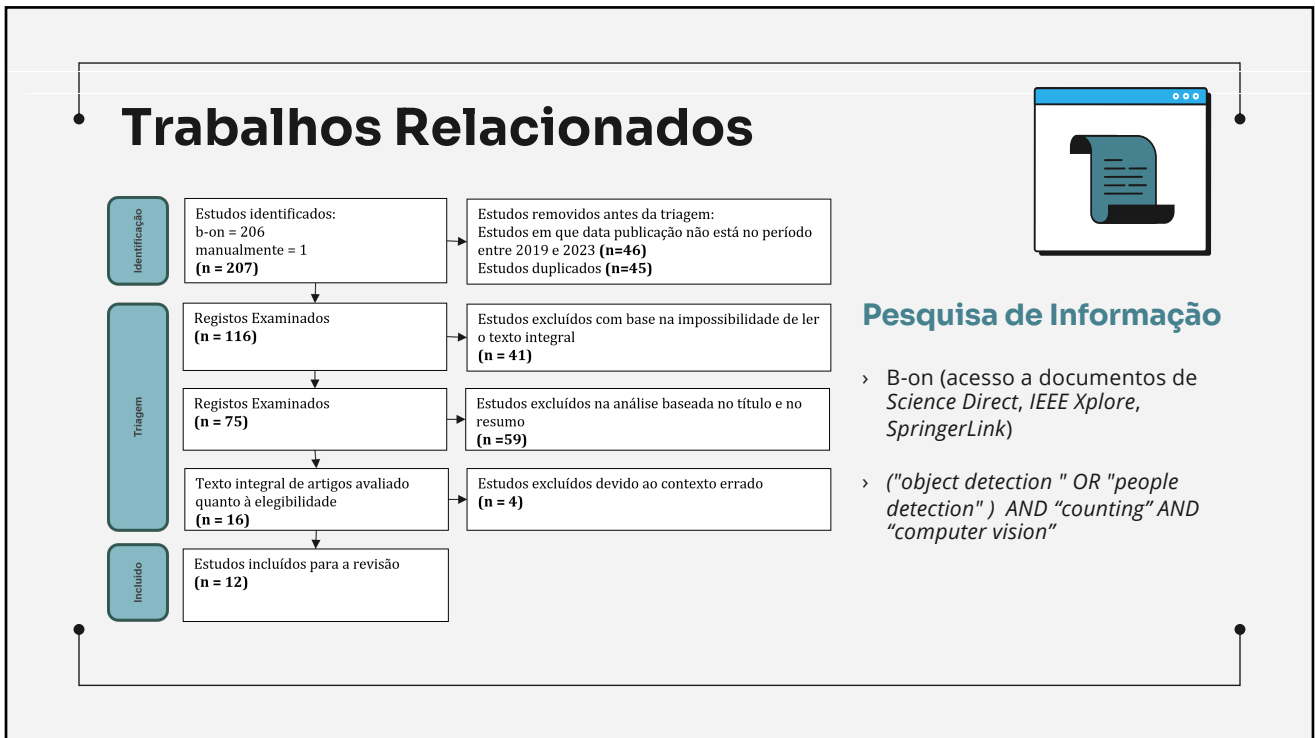
9



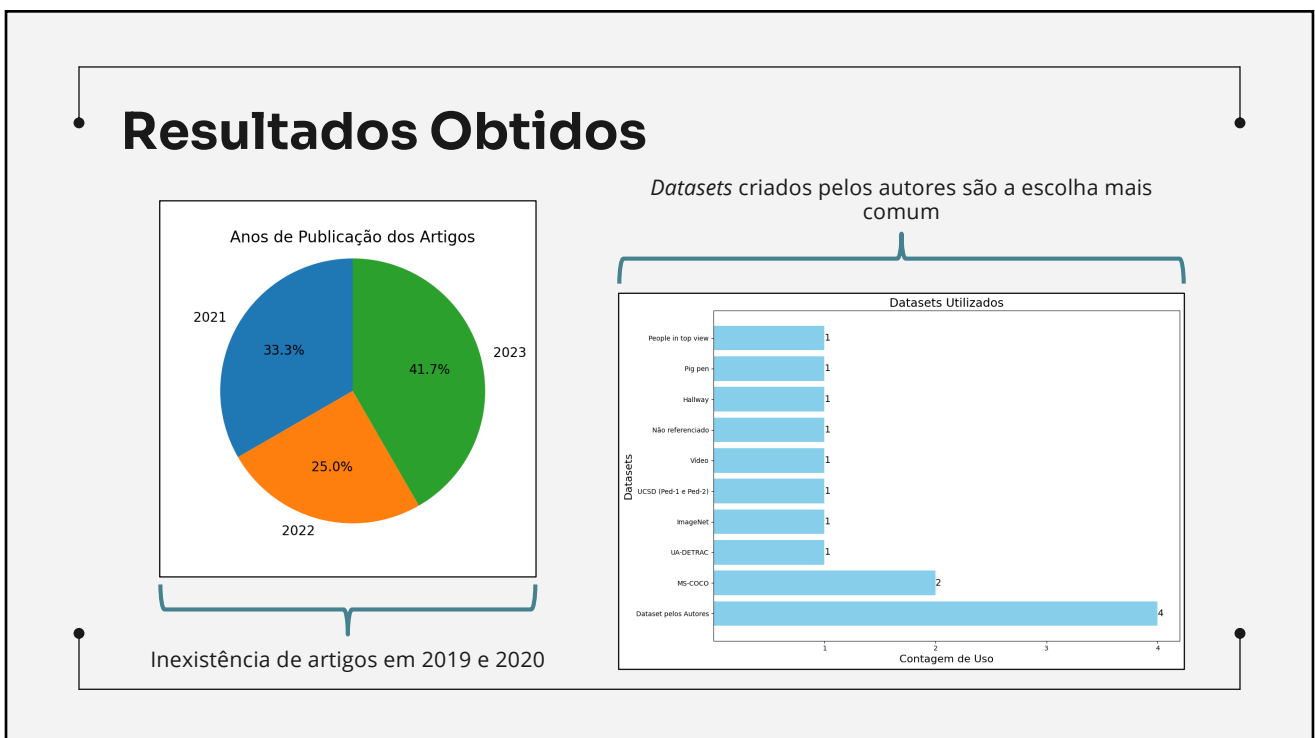
02

Trabalhos Relacionados

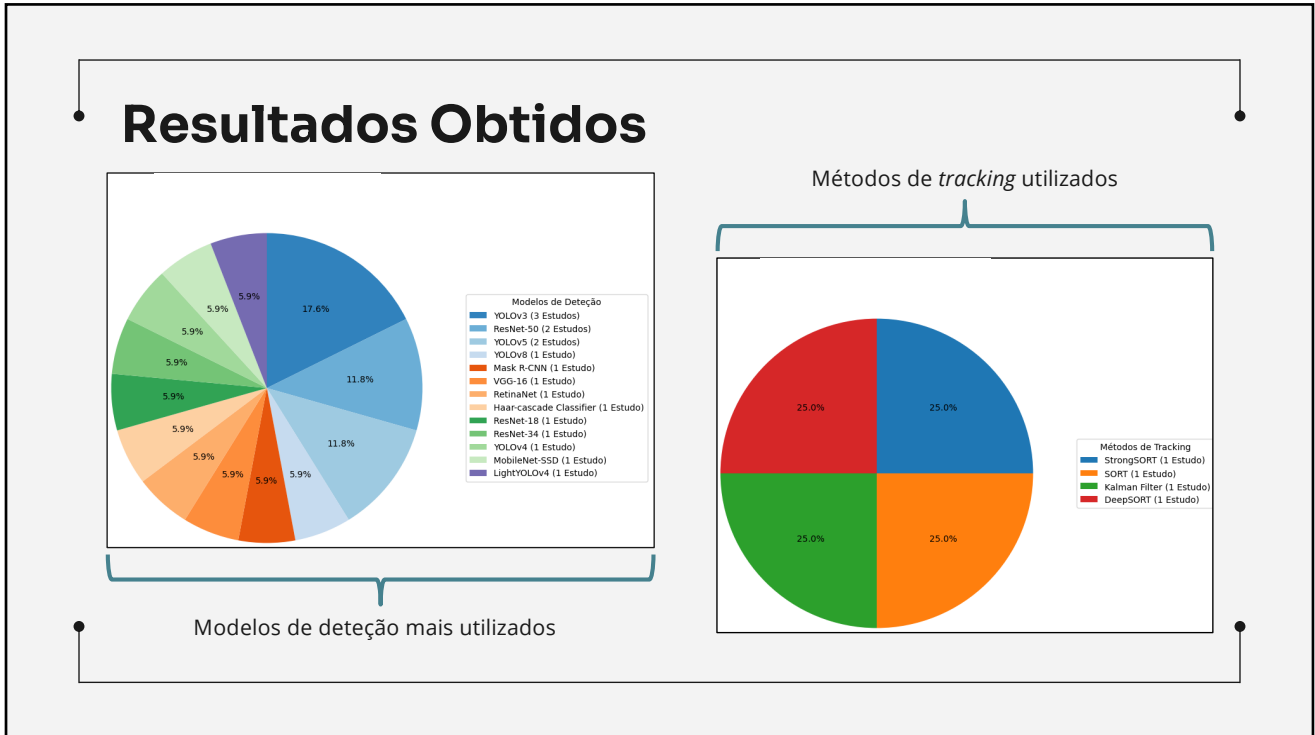
10



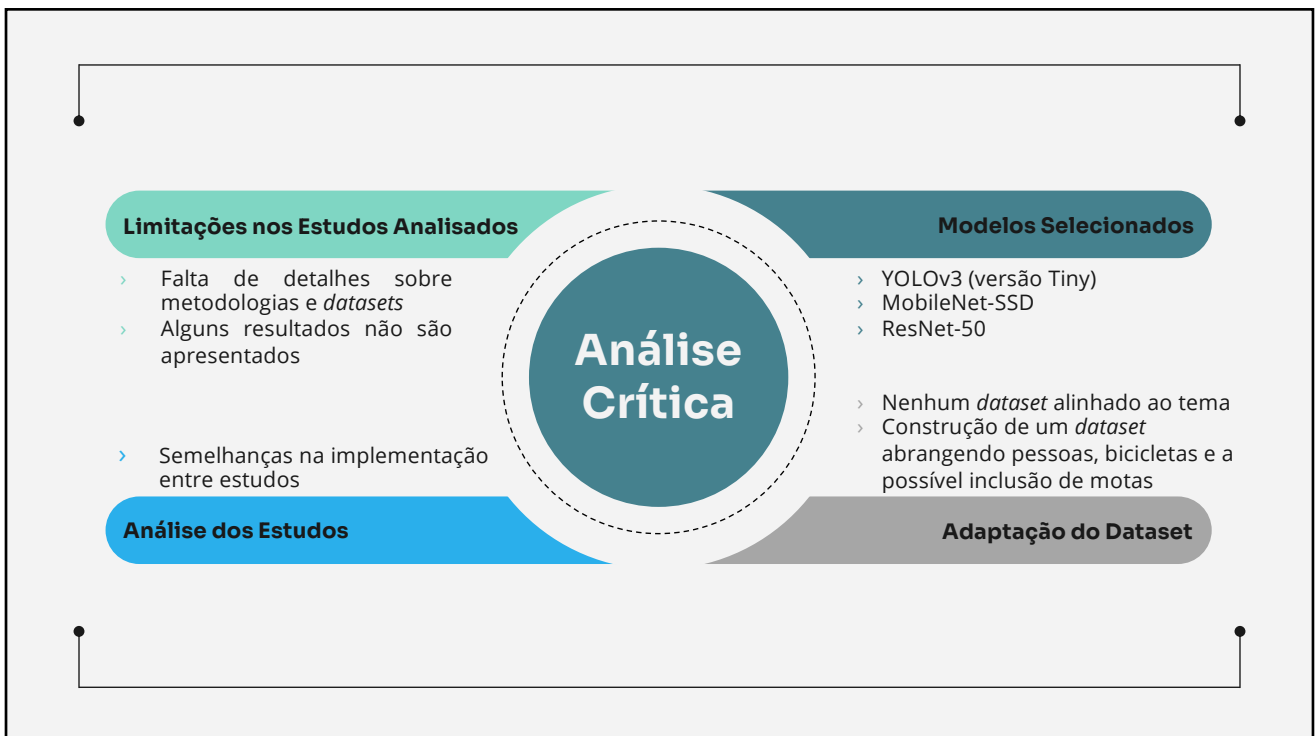
11



12



13



14



03

Técnicas de Visão Computacional

15

Técnicas de Visão Computacional

Visão Computacional

Compreende e interpreta informações visuais de imagens e vídeos

Aplicada em identificação de objetos, reconhecimento facial, classificação, recomendação, monitorização e deteção

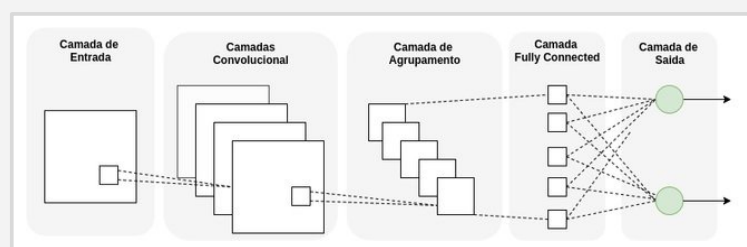
Evolução notável devido ao aumento na capacidade de processamento de imagens e disponibilidade de dados



16

Arquiteturas CNN

- › Algoritmos em tempo real geralmente usam Redes Neurais Convolucionais (CNNs)
- › Eficazes na extração de características de imagens e na identificação de padrões relevantes



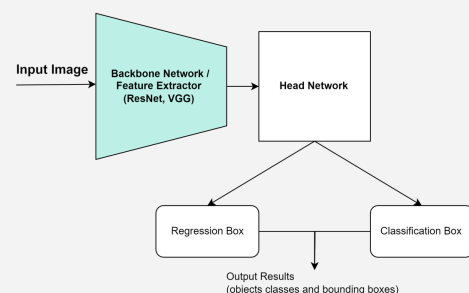
› Possuem as camadas:

- Convolucionais
- Agrupamento (*pooling*)
- *Fully-connected*

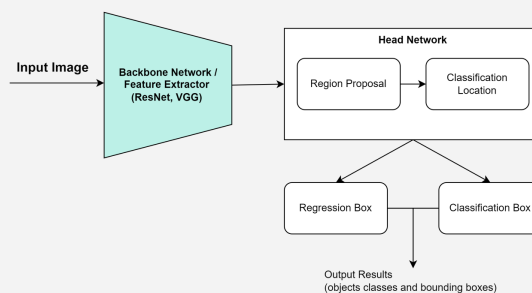
17

One-Stage e Two-Stage Detection

› One-Stage Detection



› Two-Stage Detection



- › *Two-stage detection* tende a oferecer maior precisão, enquanto *one-stage detection* prioriza a rapidez

18

Análise de Modelos CNN

YOLOv3-Tiny

- > Modelo One-stage detection para detecção de objetos em tempo real
- > Versão reduzida para eficiência em recursos computacionais
- > Menos filtros reduzem o tamanho do modelo e o tempo de treino

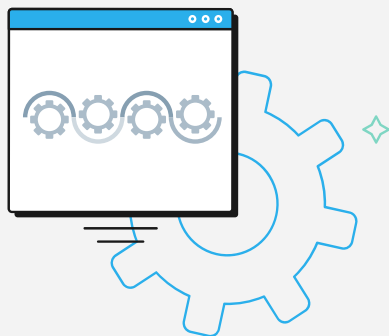
MobileNet-SSD V2

- > Modelo projetado sistemas com baixo poder computacional
- > Utiliza a arquitetura Single Shot Detector (SSD) com o MobileNet como backbone

FasterRCNN e ResNet-50

- > FasterRCNN: Divide a imagem em regiões e utiliza CNN para identificar objetos
- > ResNet-50: Arquitetura de rede neuronal profunda "residual"
- > União destas tecnologias aproveita a capacidade do ResNet-50 em extrair características complexas, enquanto o FasterRCNN lida com a detecção de objetos

19



04

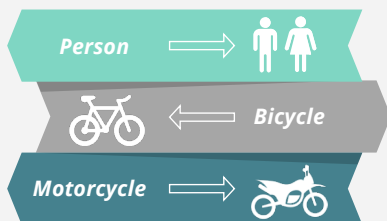
Avaliação de Desempenho

20

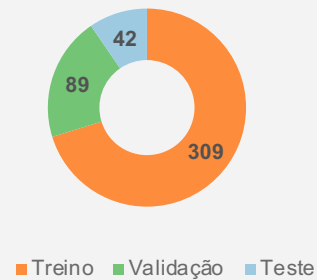
Descrição do *Dataset*

- › Seleção de imagens de *Unsplash* e *Pixabay*
- › Adição de imagens proprietárias em ambiente semelhante ao contexto real do projeto

Categorização em Três Classes:

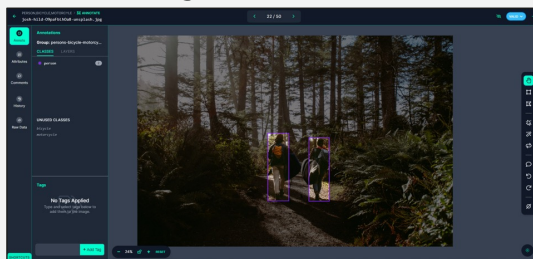


Composição do *Dataset*:



21

Descrição do *Dataset*

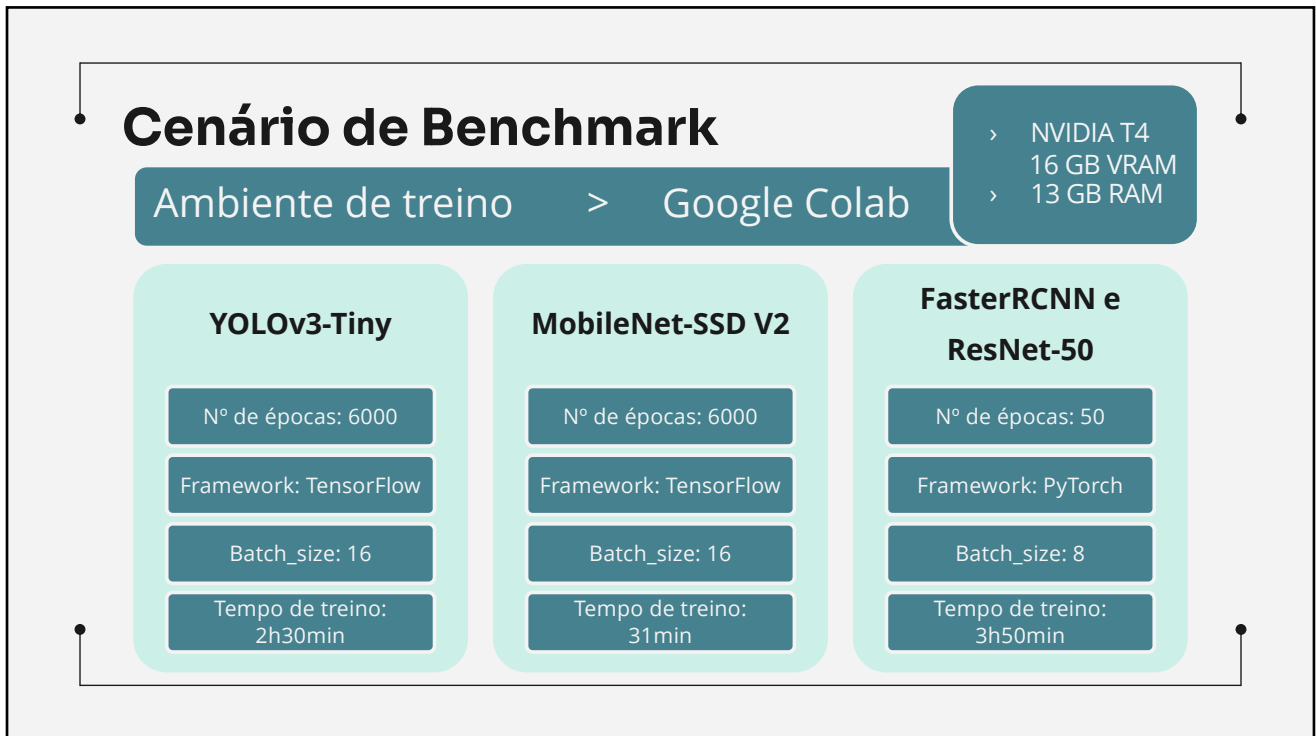


Processo de *Labelling* de cada imagem com Roboflow

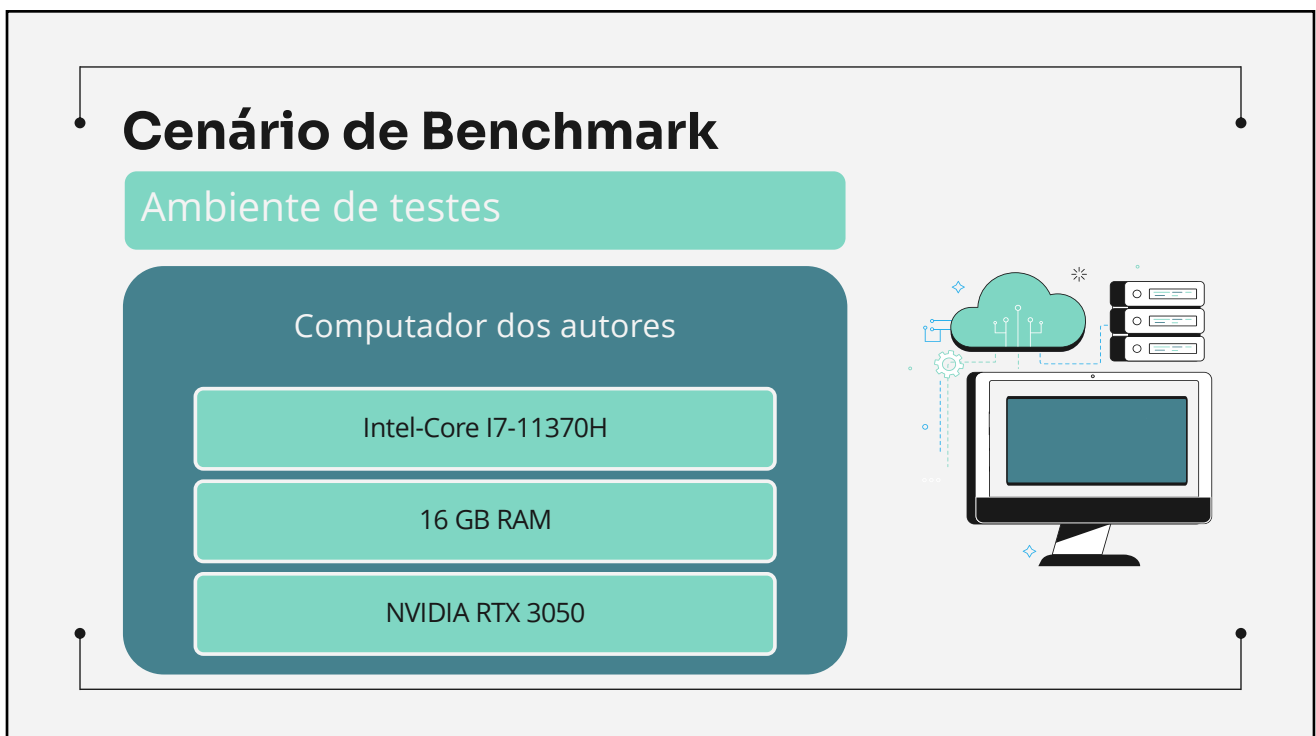
Anotação de imagens capturadas em condições atmosféricas e de luminosidade adversas, enriquecendo a diversidade do dataset



22

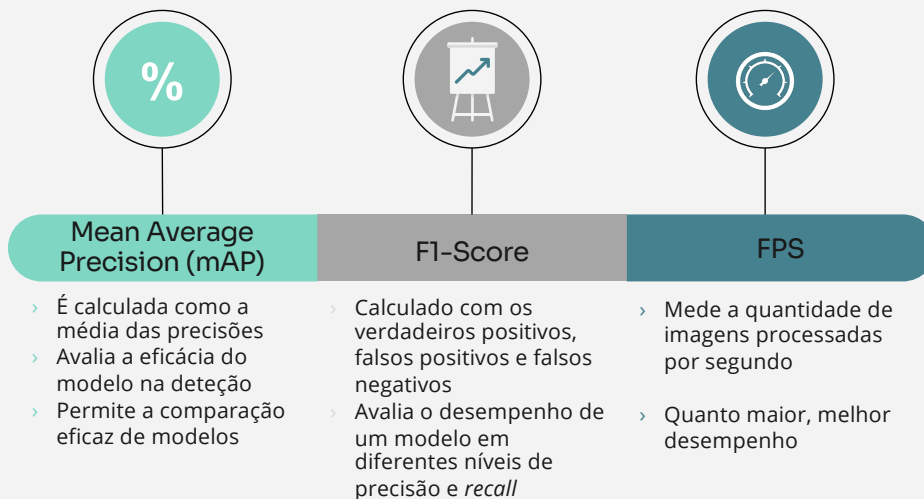


23



24

Métricas de Desempenho



25

Resultados e Discussão (Treino)

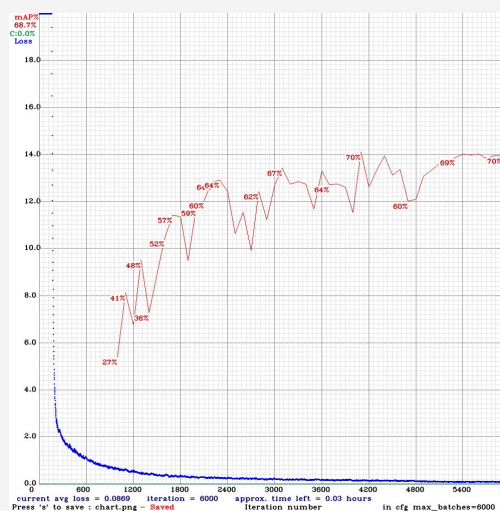
YOLOv3-Tiny

```

class_id = 0, name = bicycle, ap = 65.27% (TP = 14, FP = 16)
class_id = 1, name = motorcycle, ap = 78.71% (TP = 15, FP = 6)
class_id = 2, name = person, ap = 62.02% (TP = 116, FP = 38)

for conf_thresh = 0.25, precision = 0.71, recall = 0.57, F1-score = 0.63
for conf_thresh = 0.25, TP = 145, FP = 60, FN = 108, average IoU = 53.86 %

IoU threshold = 50 %, used Area-Under-Curve for each unique Recall
mean average precision (mAP@0.50) = 0.686664, or 68.67 %
  
```



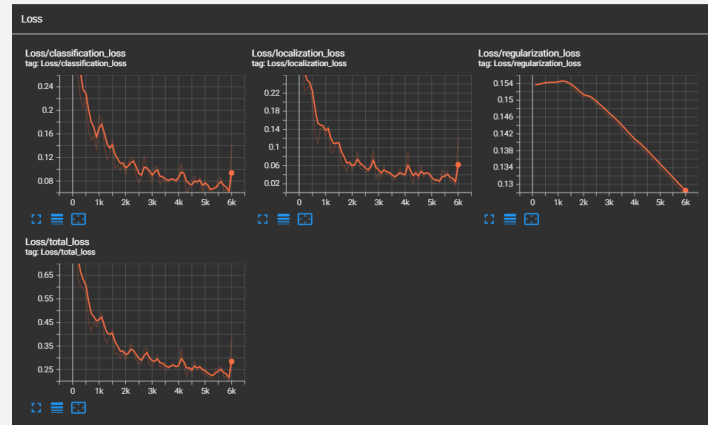
26

Resultados e Discussão (Treino)

MobileNet-SSD V2

mAP Results

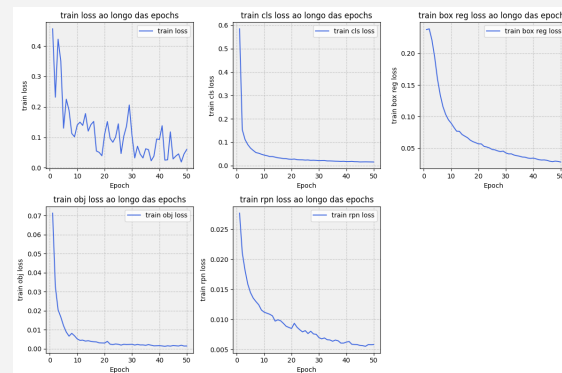
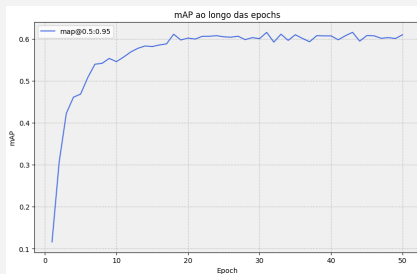
Class	Average mAP @ 0.5:0.95
bicycle	46.88%
motorcycle	50.51%
person	36.16%
Overall	44.52%



27

Resultados e Discussão (Treino)

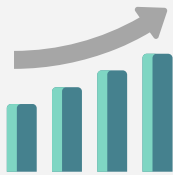
FasterRCNN e ResNet-50



Class	AP
1 bicycle	0.562
2 motorcycle	0.676
3 person	0.511
Avg	0.583

28

Resultados e Discussão (Testes)



Recursos Computacionais

- › ResNet-50: **4.15 FPS**
- › MobileNet-SSD V2: **27.85 FPS**
- › YOLOv3-Tiny: **16.58 FPS**

Avaliação da Precisão

- › ResNet-50: **58.3% mAP**
- › MobileNet-SSD V2: **44.52% mAP**
- › YOLOv3-Tiny: **68.7% mAP**

Conclusões


- › YOLOv3-Tiny destacado como o modelo mais promissor devido a uma boa combinação de FPS e precisão superior

29

Resultados e Discussão (Testes)



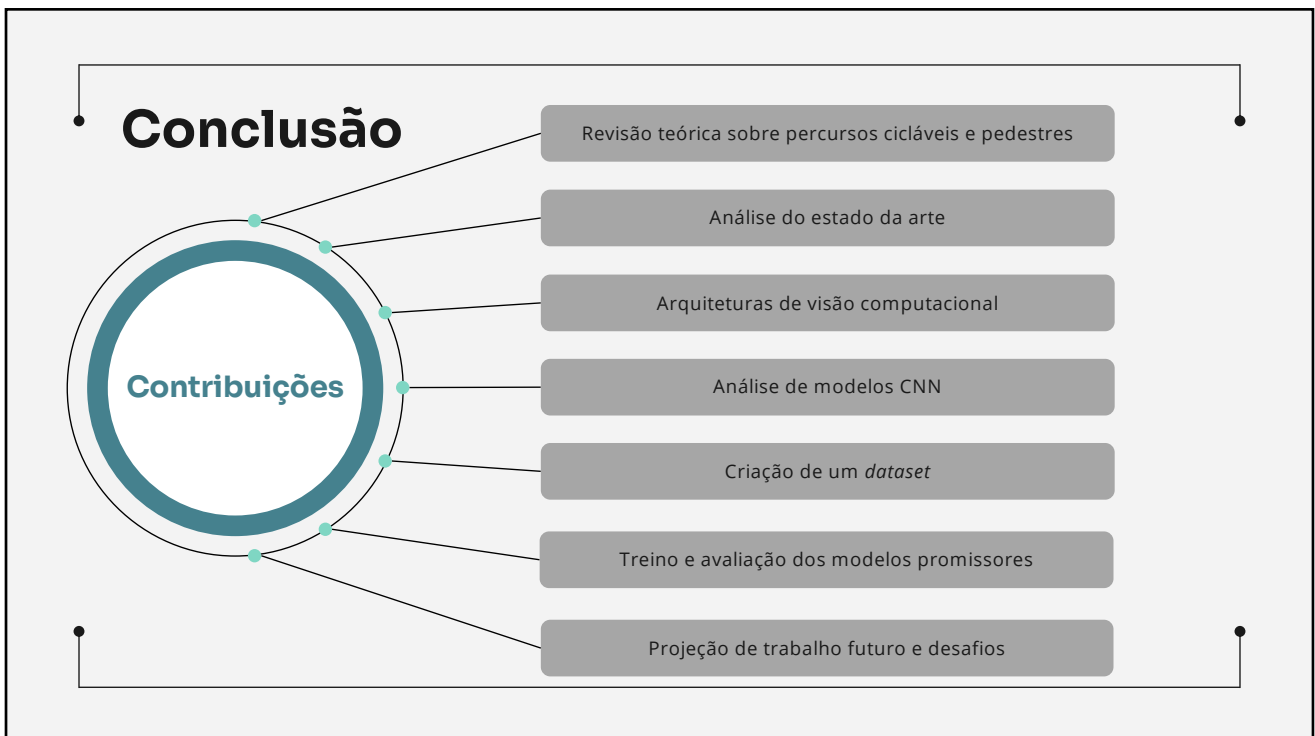
30



05

Conclusão

31



32

Trabalho Futuro

Enriquecimento do Dataset

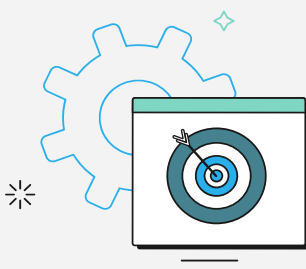
- › Adição de mais imagens para um conjunto de dados mais abrangente

Testes Adicionais

- › Otimização do mAP nos modelos avaliados

Protótipo Demonstrativo

- › Criação de um protótipo alinhado aos objetivos iniciais do projeto



33

Ambientes remotos com condições atmosféricas adversas (chuva, nevoeiro, temperaturas extremas)

Riscos de atividades maliciosas como furto

Necessidade de implementar proteções adequadas para garantir operacionalidade

Inviável criar uma infraestrutura de energia até ao local

Desafios

Necessidade de transmissão eficiente de dados para uma base de dados centralizada

Possível envolvimento dos utilizadores como "pontes" para a transferência de dados através de uma aplicação móvel dedicada

Implementação de painéis solares

34



Instituto Politécnico
de Castelo Branco
Escola Superior
de Tecnologia

Utilização de Técnicas de Visão Computacional para Identificar e Quantificar Diferentes Tipos de Utilizadores de Percursos Cicláveis e Percursos Pedestres

Joaquim Miguel¹, **Pedro Mendonça**¹, João M. L. P. Caldeira^{1,2}, Vasco N. G. J. Soares^{1,2}

¹ Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior de Tecnologia, Castelo Branco, Portugal

² Instituto de Telecomunicações, Covilhã, Portugal

joaquim.miguel@ipcbcampus.pt, mendonca.pedro@ipcbcampus.pt, jcaldeira@ipcb.pt, vasco.g.soares@ipcb.pt

35º Seminário RTCM, Instituto de Telecomunicações – Covilhã, 9 de fevereiro de 2024