2026 WTR

WORKSHOP DE TECNOLOGIAS DE REDES PoPRJ

10 A 12 NOVEMBRO

VOCÊ FAZ PARTE DESSA CONEXÃO

Monitoramento de Ambientes de Data Center Apoiados por IA

Evandro Luiz Cardoso Macedo

Professor Adjunto no IMEC/UERJ
Membro do Laboratório de Ciência da Computação (LCC/DICC)
Coordenador de Relações Institucionais na Rede-Rio/FAPERJ

UERJ Universidade do Estado do Rio de Janeiro

RedeRio FAPERJ

FAPERJ Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

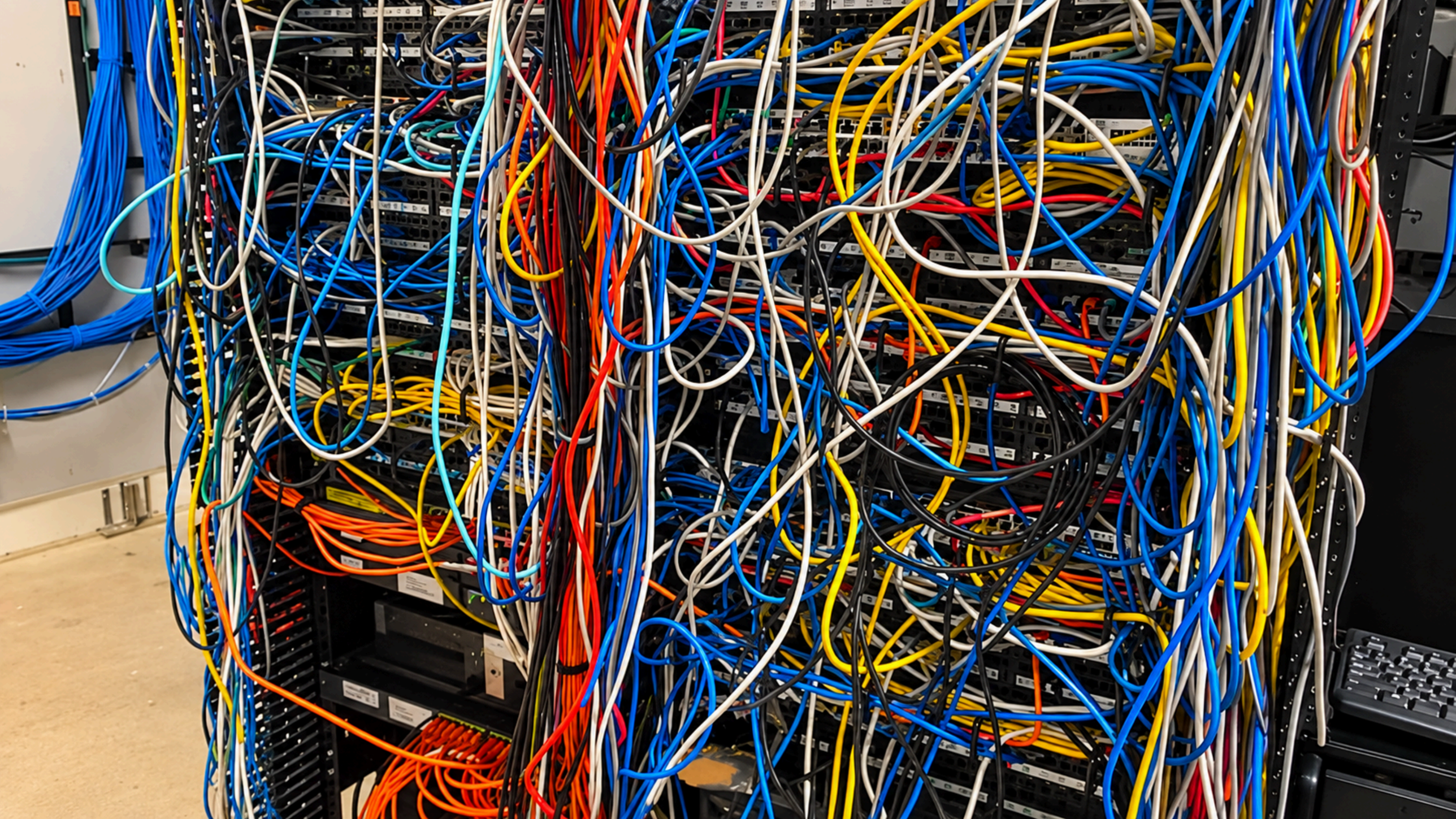
REALIZAÇÃO

CBPF Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

PoP RJ

RNP

MINISTÉRIO DA CULTURA
MINISTÉRIO DA DEFESA
MINISTÉRIO DA SAÚDE
MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO





O Brasil constrói data centers em ritmo recorde

661 MW

de capacidade no eixo São Paulo x Campinas no 1º semestre de 2026

R$ 120 mi

de investimento em data center em Santa Cruz, na Zona Oeste do Rio

1,5 GW

no Rio AI City, um ecossistema digital pioneiro no Parque Olímpico RJ com investimento de US$ 550 mi

Fonte: https://convergenciadigital.com.br/internet/capacidade-de-data-centers-cresce-91-e-chegou-a-661-mw-no-1o-semestre-em-sao-paulo/

Falhas em data centers: o fator humano e o custo

92%

dos operadores apontam erro humano como fator contribuinte da falha grave mais recente

57%

relataram que a falha mais recente custou mais de US$ 100 mil

1 em 5

relatou custo acima de US$ 1 milhão

(pelo segundo ano consecutivo)

Fonte: Uptime Institute, Annual Outage Analysis 2026 (maio/2026) e Annual Survey 2025

Pessoas e procedimentos estão no centro das falhas. Saber quem está presente, onde e quando é uma telemetria que complementa energia, umidade e temperatura.

Sensor LCC-IoT

Origem

Projeto criado no LCC, IMEC-UERJ
O sensor alimenta a aplicação LCC-IoT, que monitora duas salas de aula e o laboratório

TCC

Karran Lemos, Ciência da Computação, 2024, orientado pelo Prof. Alexandre Sztajnberg

Registro

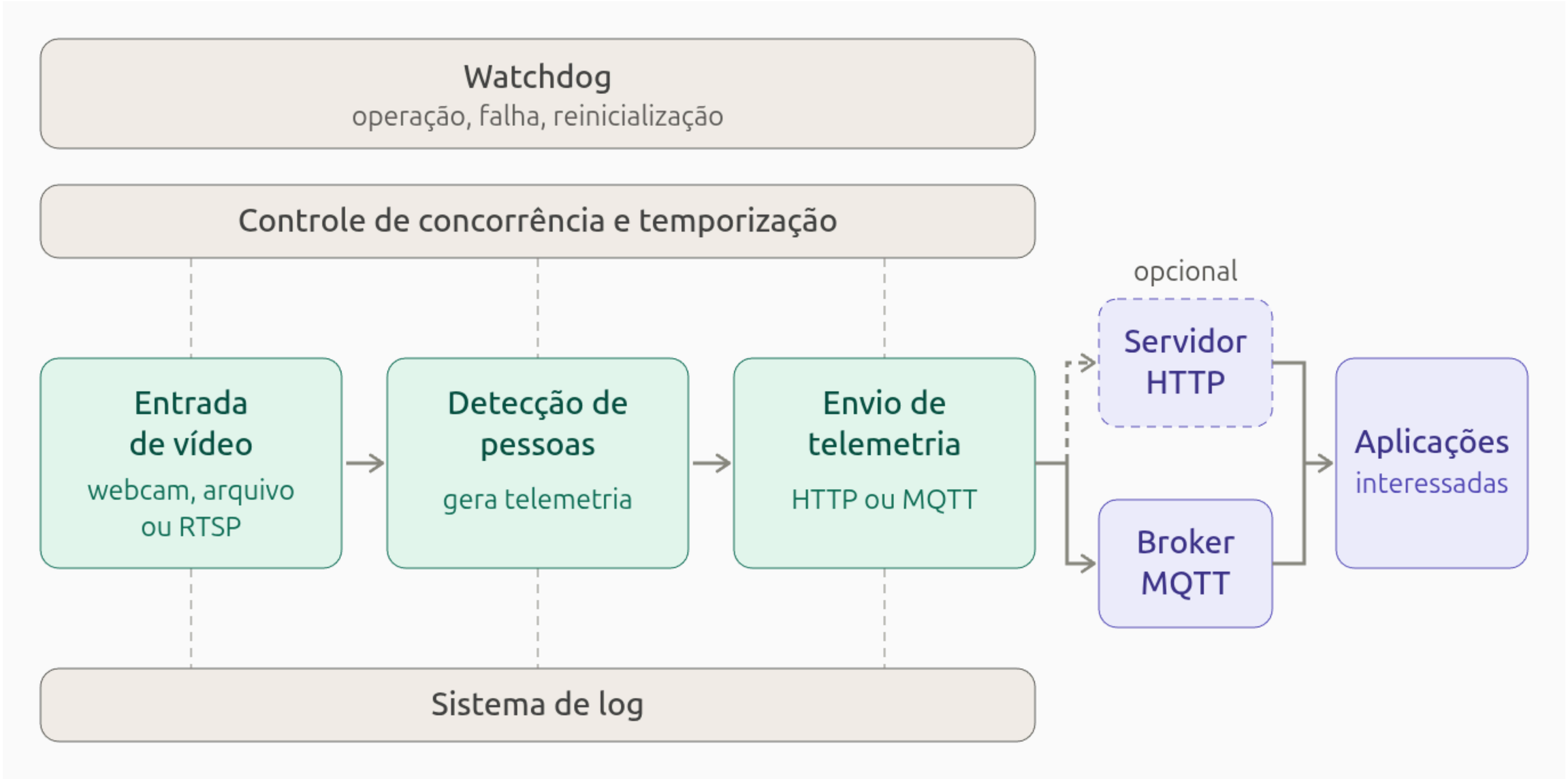
Software registrado no INPI como “Sensor de Número de Pessoas na Cena” (BR512024004010-2).
Código e demo em lcc.ime.uerj.br/sensor-pessoas

Artigo (SBRC 2025)

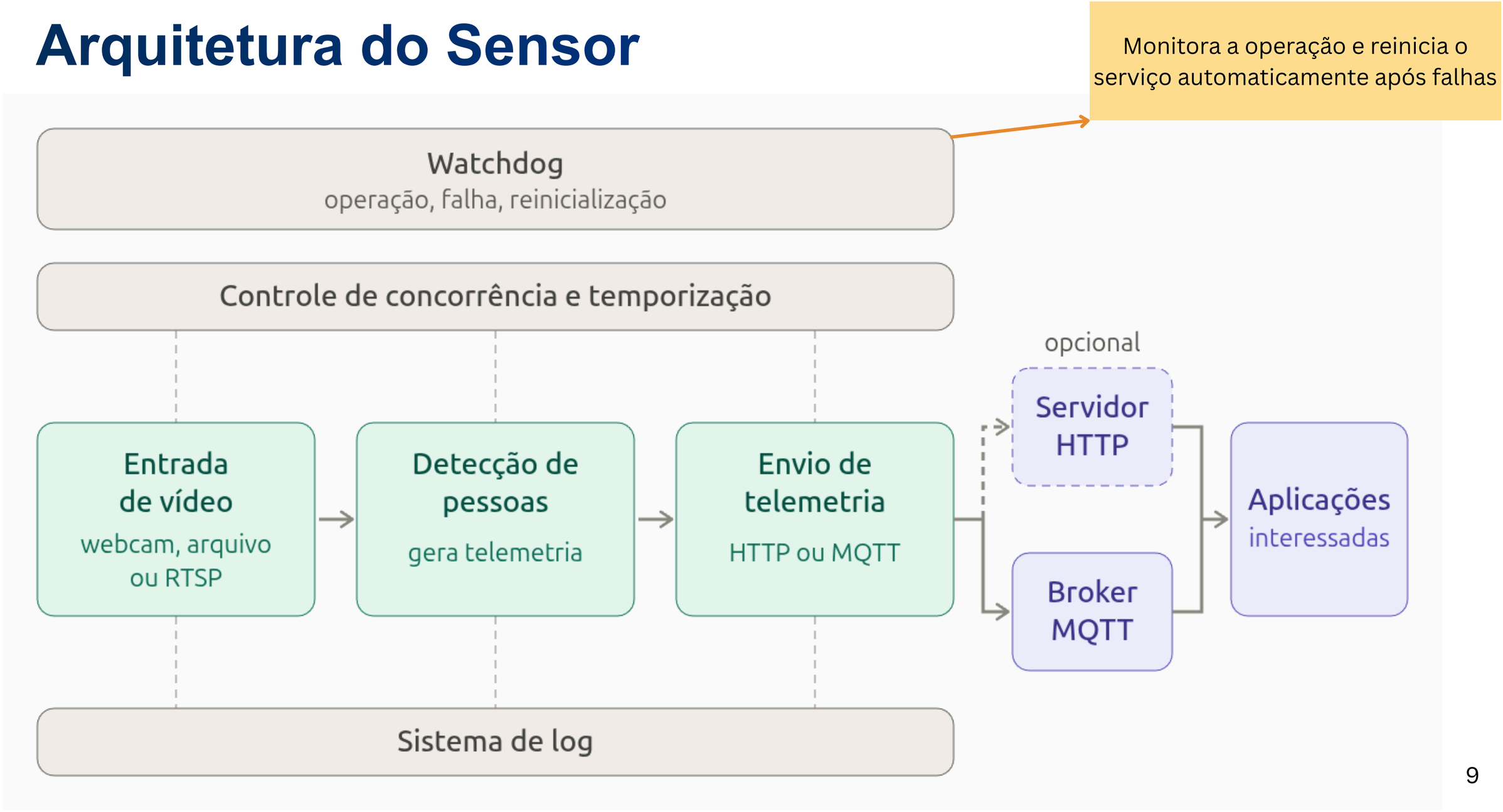
Sensor de Software Robusto para Identificar Pessoas em uma Cena de Vídeo. Perez, Lemos, Macedo e Sztajnberg, UERJ. Selos Artefatos Disponíveis e Funcionais



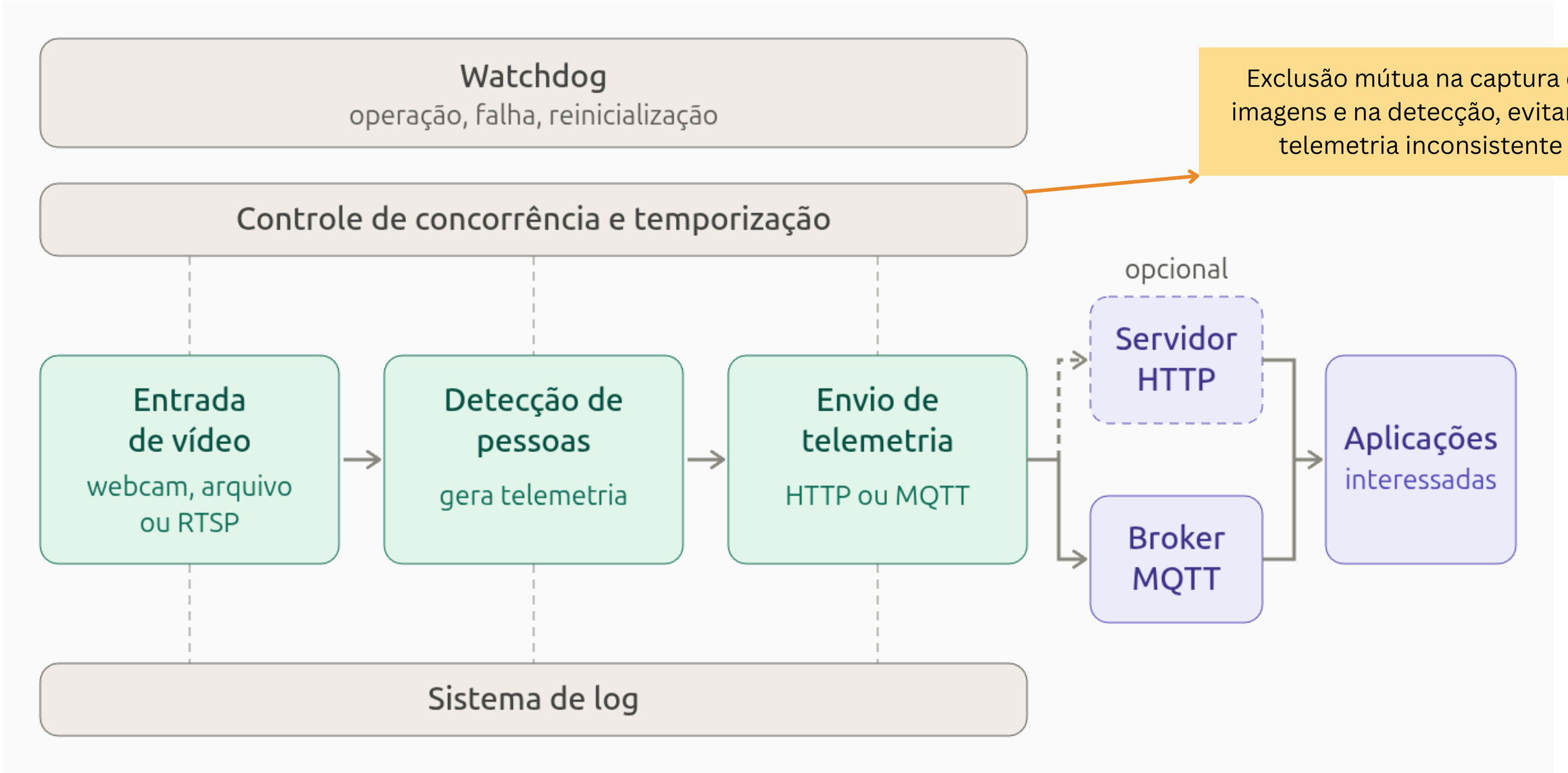
Arquitetura do Sensor



Arquitetura do Sensor

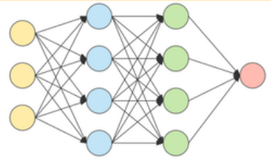


Arquitetura do Sensor



Arquitetura do Sensor

Movimento MOG2 aciona
YOLOv3 (OpenCV DNN)
Non-Maximum Suppression (NMS)
funde as caixas



Watchdog
operação, falha, reinicialização

Controle de concorrência e temporização

Entrada de vídeo
webcam, arquivo ou RTSP

Detecção de pessoas
gera telemetria

Envio de telemetria
HTTP ou MQTT

opcional

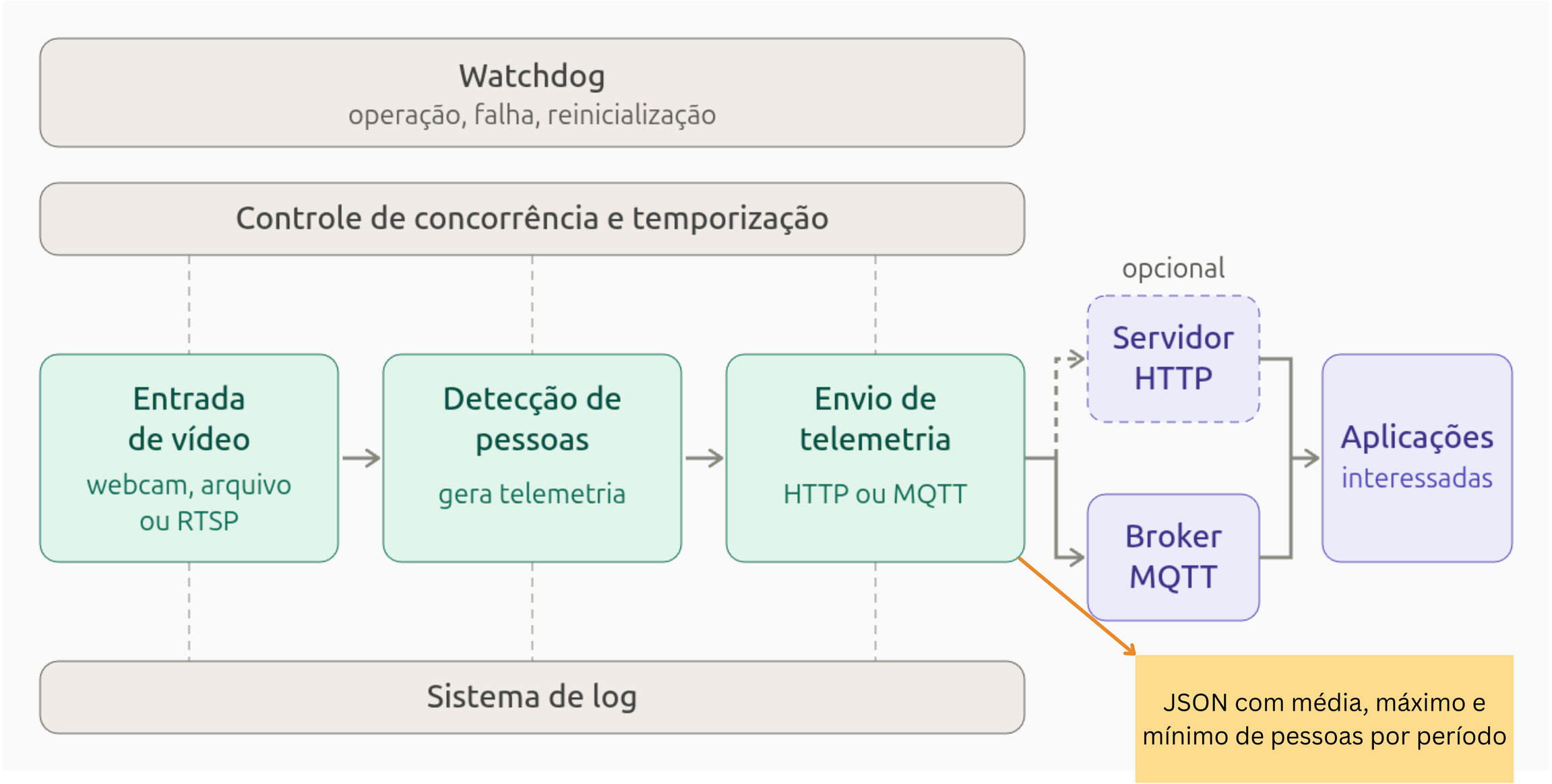
Servidor HTTP

Broker MQTT

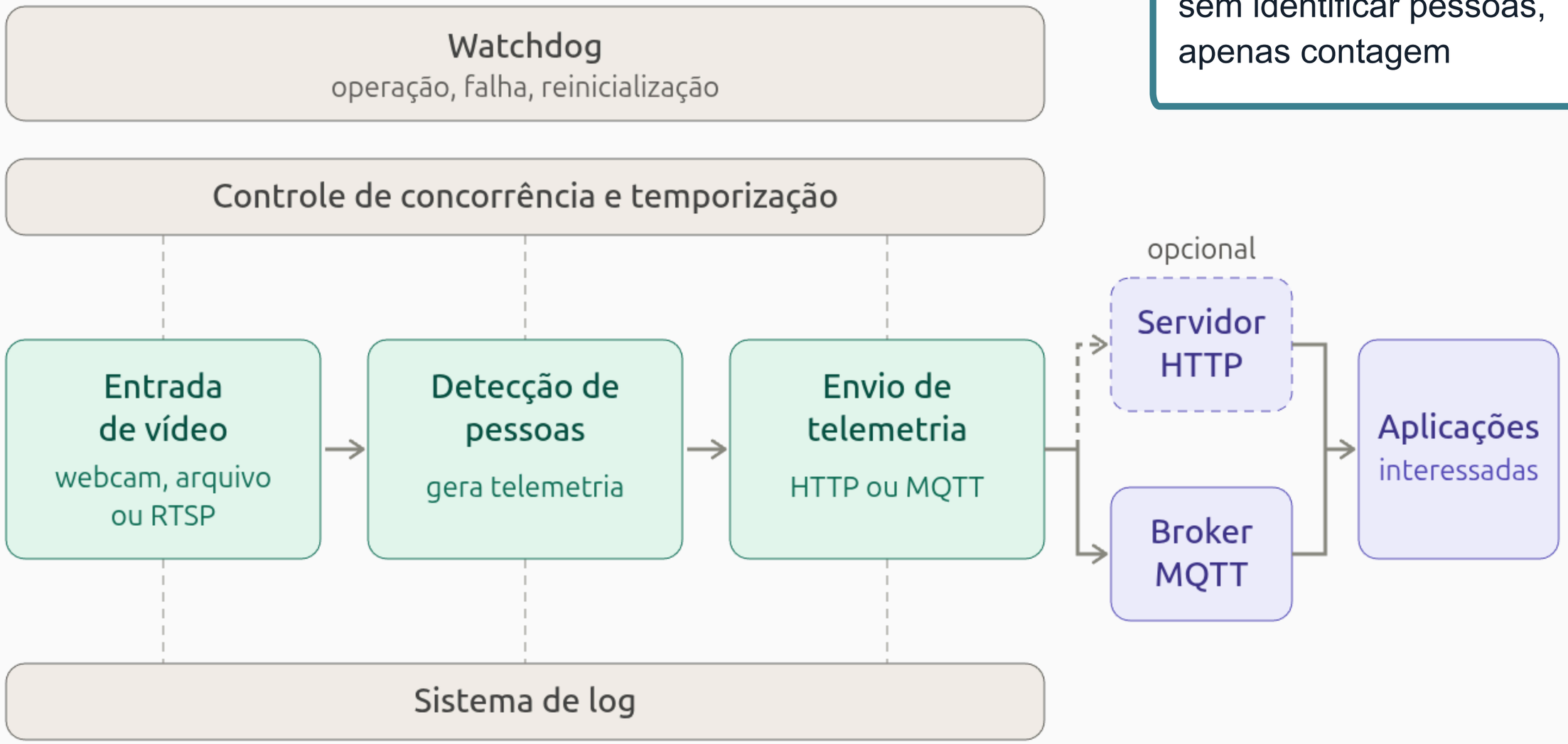
Aplicações interessadas

Sistema de log

Arquitetura do Sensor



Arquitetura do Sensor



Privacidade

Sem reconhecimento facial e sem identificar pessoas, apenas contagem

Avaliação: 20 vídeos, laptop i7-9750H

Pontos fortes

Separa pessoas próximas e parcialmente ocultas, detecta pessoas distantes e não depende de movimento

Limitações

Multidões densas, oclusão quase total e falsos “parado” do detector de movimento (até cerca de 1 s)

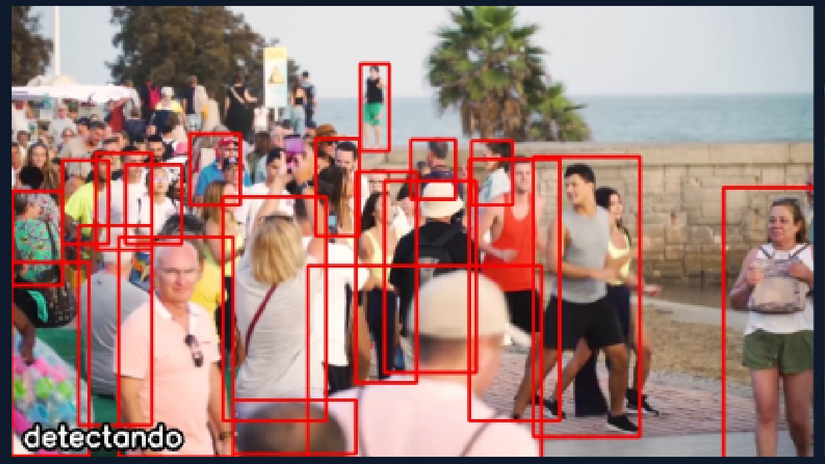
Qualidade × Desempenho

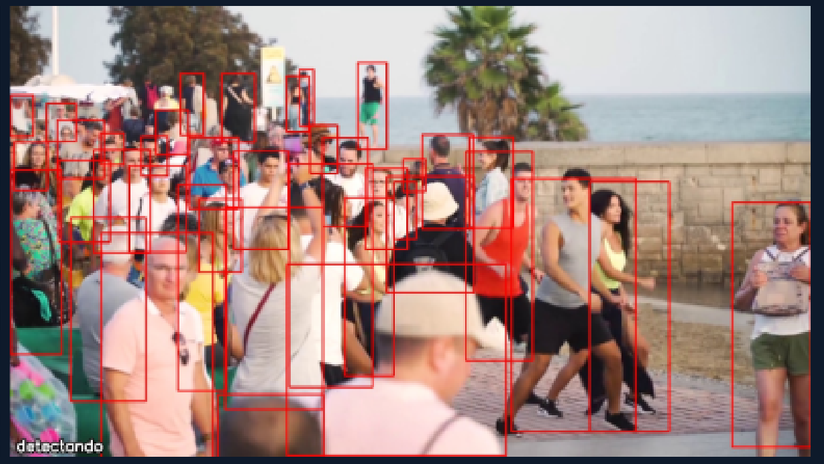
Resolução maior (700→4000 px, rede 416→832) deixou a detecção 2 a 3 vezes mais lenta; em um vídeo, a média de pessoas detectadas quadruplicou

Vídeos de 5 a 30 s, do banco Pexels. Fonte: monografia do aluno, cap. 5

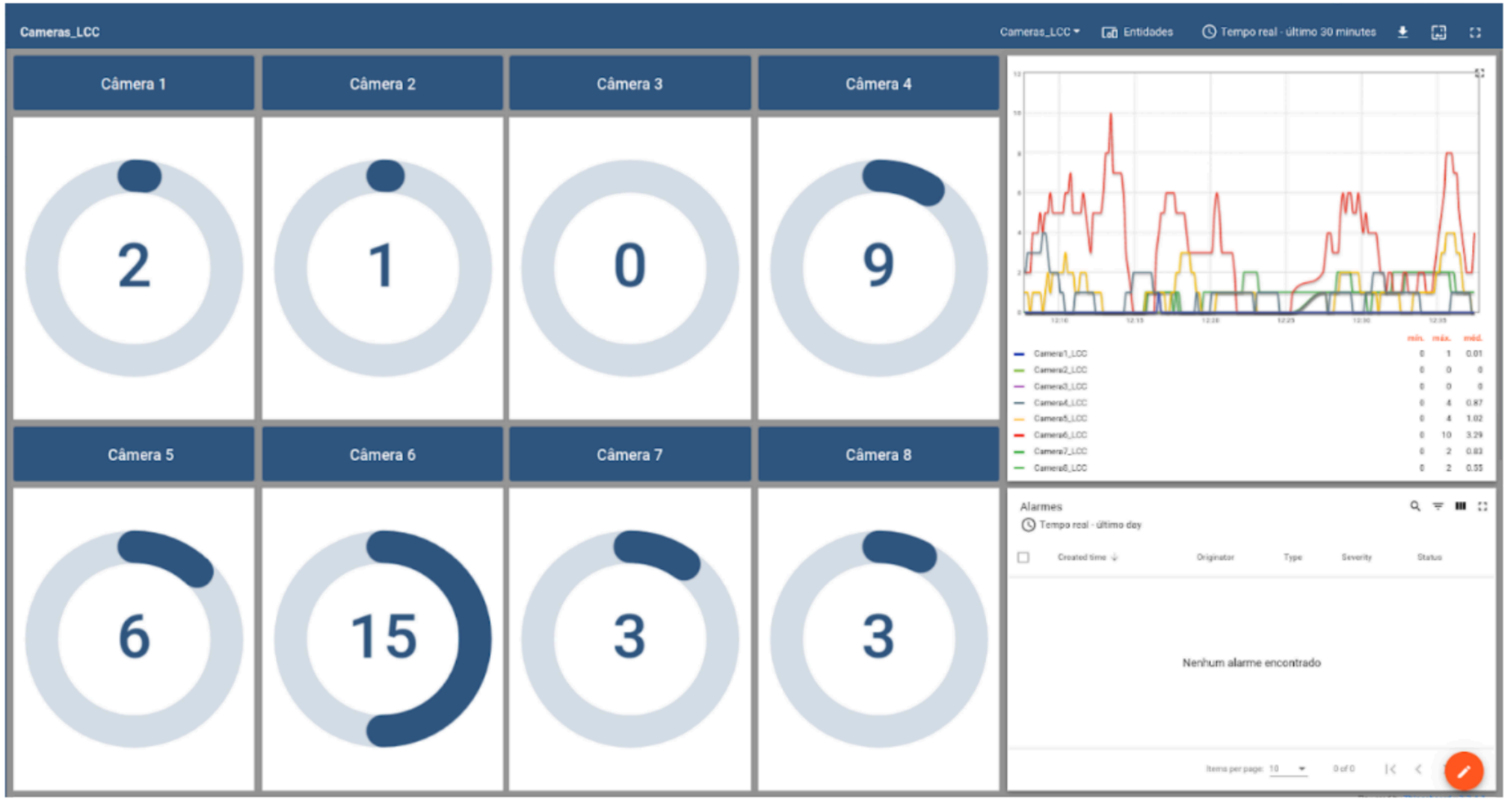

detectando


detectando


detectando


detectando

ThingsBoard - Sensor LCC-IoT



Em produção no LCC-IoT

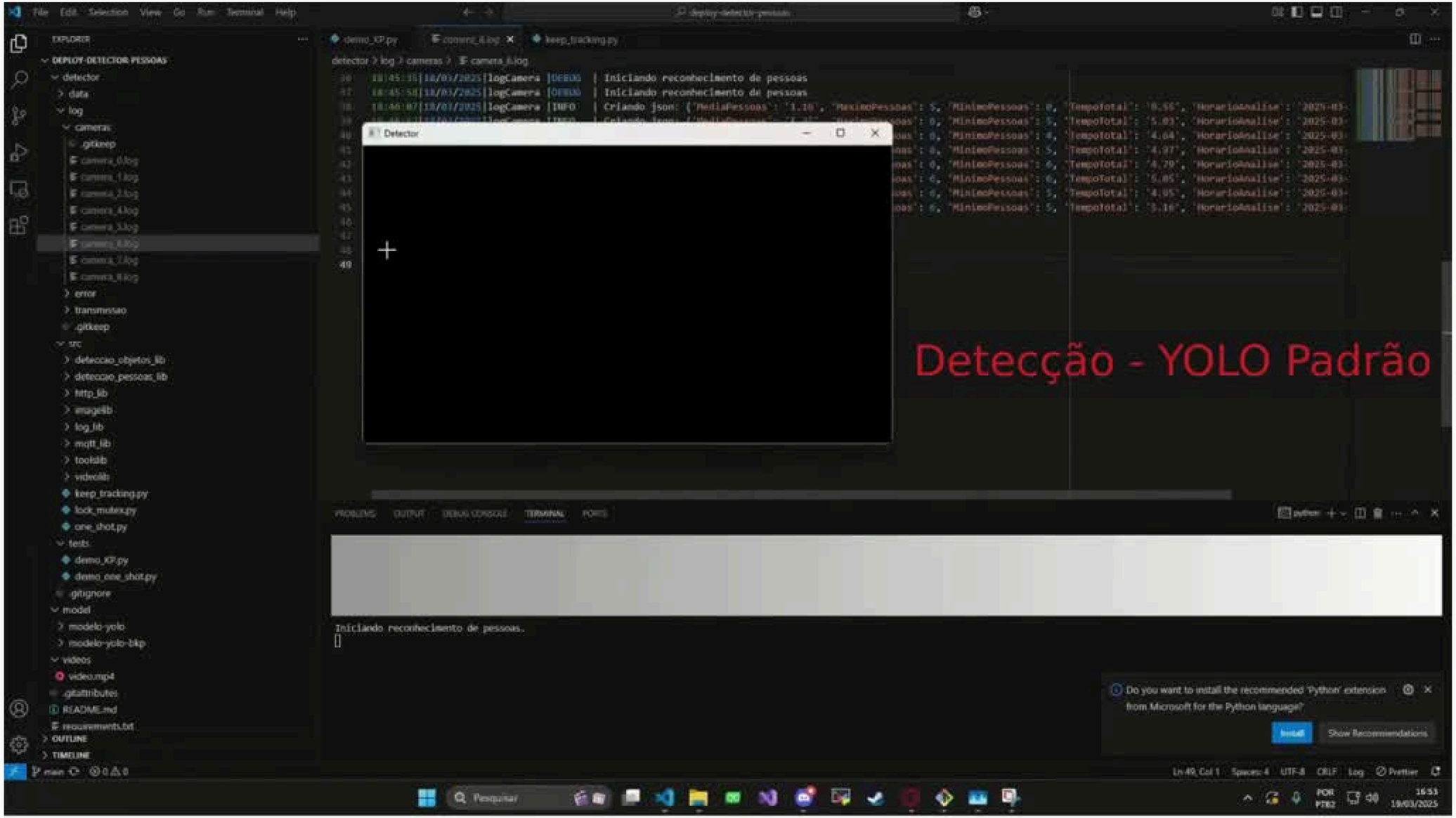
8 câmeras
uma instância do sensor por câmera, via DVR e RTSP

2 min
período de coleta de imagens e envio de telemetria

23% CPU
e 160 MB de RAM por instância, em VM com 8 GB e 12 vCPUs

Alarmes possíveis: pessoas na sala após as 23h, ou sala vazia com luz ligada e temperatura baixa.

Fonte: Perez, Lemos, Macedo e Sztajnberg, SBRC 2025


Detector
Detecção - YOLO Padrão
Iniciando reconhecimento de pessoas.

Proposta: sensor de presença para data centers

Acesso e presença

Alerta de pessoa em corredor ou sala de máquinas fora da janela autorizada

Ocupação por zona

Contagem e limites em sala de racks, sala elétrica e áreas críticas, definição de perímetro

Tempo de permanência

Pessoa parada junto a um rack ou área crítica além do esperado

Correlação

Cruzar telemetria com ordens de serviço, controle de acesso e alarmes de infraestrutura

Arquitetura em *Edge-Cloud Continuum*

Borda

Câmeras IP existentes e nó com GPU ou NPU executando a inferência

→

Transporte

MQTT com TLS apenas telemetria sai da borda

→

Plataforma

ThingsBoard, DCIM ou SIEM, alertas e histórico

Data Center – Monitoramento Inteligente

Online 03/09/2026 18:42:17

Alerta: Acesso em horário não autorizado 18:37:52



Horário atual
18:37

Horário autorizado
08:00 – 18:00

Pessoa detectada
1

Acesso não autorizado

Alerta: Rack desorganizado 18:40:23



Estado anterior
Organizado



Novo estado
Desorganizado



Intervenção recomendada

Visão Geral

8
Câmeras

1
Pessoas no CPD

2
Alertas ativos

Mapa do Data Center



Últimos Eventos

- 18:40:23 Rack desorganizado – Corredor B
- 18:37:52 Acesso não autorizado – Entrada Principal
- 18:36:10 Rotina de monitoramento – OK

Desafios e próximos passos

Desempenho

Inferência em GPU e versões atuais do YOLO

Adaptação ao ambiente

Ajuste fino para corredores de racks, pouca luz e ângulos de câmera, proximidade

Privacidade e segurança

LGPD, retenção mínima, MQTT com TLS

Validação em campo

Precisão, latência e taxa de falsos alertas

Transformar câmeras existentes em potenciais sensores de segurança para monitoramento de PoPs e Data Centers

Visite nosso site!

https://www.lcc.ime.uerj.br



Evandro L. C. Macedo

evandro.macedo@ime.uerj.br

BRONZE

OURO

REALIZAÇÃO