



Estudo e desenvolvimento de um sistema para monitoramento de fluxo de pessoas em espaços públicos usando visão computacional

Eduardo Heck Schmitt | eduardo.hs17@aluno.ifsc.edu.br¹
Matheus Lopes Souza | lopesmatheussouza37@gmail.com²
Andrei de Souza Inácio | andrei.inacio@ifsc.edu.br³

Edital de fomento do trabalho nº 01/2025/PROPI - PIBIC-EM
Trabalho de Pesquisa
DT 4 - Inovação Tecnológica, Processos Produtivos e Futuro das Tecnologias

Resumo:

O monitoramento do fluxo de pessoas em ambientes públicos, como bibliotecas, centros administrativos e instituições de ensino, é essencial para uma gestão mais eficiente dos espaços, permitindo melhor planejamento de horários e alocação de recursos. Nesse contexto, esta proposta tem como objetivo desenvolver um sistema automatizado de contagem de pessoas utilizando técnicas de visão computacional, visando superar as limitações de métodos tradicionais, como contagens manuais e sensores convencionais. A metodologia adotada baseia-se na aplicação de técnicas de visão computacional, incluindo detecção e rastreamento de objetos. Para validação, o sistema é avaliado em uma biblioteca de uma instituição de ensino, considerando critérios como viabilidade operacional, precisão e desempenho. Como resultados, espera-se obter uma solução eficiente para a contagem automatizada de pessoas, com maior nível de precisão em comparação aos métodos tradicionais, além de demonstrar a aplicabilidade prática da tecnologia em cenários reais de monitoramento.

Palavras-chave: aprendizado de máquina; inteligência artificial; YOLO; Tensorflow.

Introdução

O monitoramento do fluxo de pessoas em espaços públicos, como bibliotecas, centros administrativos e instituições de ensino, é fundamental para a gestão eficiente desses ambientes. A compreensão quantitativa e qualitativa de como os usuários ocupam esses espaços permite que gestores tomem decisões baseadas em dados reais, possibilitando a adequação precisa dos horários de funcionamento e a otimização de recursos, desde a escala de limpeza e segurança até o planejamento de expansões físicas. No entanto, estratégias convencionais de contagem de pessoas, como sensores

¹ Estudante do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do IFSC - Câmpus Gaspar.

² Estudante do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do IFSC - Câmpus Gaspar.

³ Professor da área de Informática do IFSC, Câmpus Gaspar.

de barreiras infravermelhas, costumam falhar em cenários de grande movimento devido à sobreposição de corpos, fenômeno conhecido como oclusão.

Nesse contexto, a visão computacional surge como uma solução viável, permitindo automatizar esse processo ao transformar imagens de câmeras de segurança em dados analíticos por meio de algoritmos inteligência artificial. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema automatizado de contagem de pessoas utilizando o algoritmo de detecção YOLO (You Only Look Once) (REDMON *et al.*, 2016) e a técnica de rastreamento DeepSORT (WOJKE; BEWLEY; PAULUS, 2017). O objetivo é desenvolver uma ferramenta aplicada a uma biblioteca de uma instituição de ensino que seja capaz de identificar entradas e saídas de pessoas, integrando o processamento de imagens a uma plataforma web de monitoramento e gestão de dados.

Fundamentação teórica

A aplicação de Redes Neurais Convolucionais (CNNs) permitiu avanços significativos na análise automatizada de imagens. As CNNs operam através de camadas de filtros que extraem características hierárquicas, desde bordas simples até formas complexas como o contorno humano. Para este sistema, optou-se pelo uso do YOLO devido à sua arquitetura de estágio único, que permite detectar objetos em uma única passagem pela rede. Diferente de arquiteturas como Faster R-CNN (REN, 2015), que realizam a proposta de região e a classificação em etapas separadas, o YOLO trata a detecção como um problema de regressão, mapeando pixels diretamente para coordenadas de caixas delimitadoras (*bounding boxes*). Essa característica torna o modelo ideal para aplicações que demandam alta taxa de quadros por segundo e baixo tempo de resposta, sem comprometer a acurácia necessária para identificar indivíduos em diferentes ângulos.

Somado à detecção, o rastreamento é realizado pelo algoritmo DeepSORT. Enquanto o YOLO identifica a presença da pessoa em cada *frame*, o DeepSORT associa essas detecções ao longo do tempo, atribuindo um identificador único a cada indivíduo. Para isso, o algoritmo utiliza o Filtro de Kalman para realizar a predição da trajetória do objeto com base em estados anteriores, combinando essa informação a métricas de aparência para manter a continuidade do rastreo. Essa associação é fundamental para

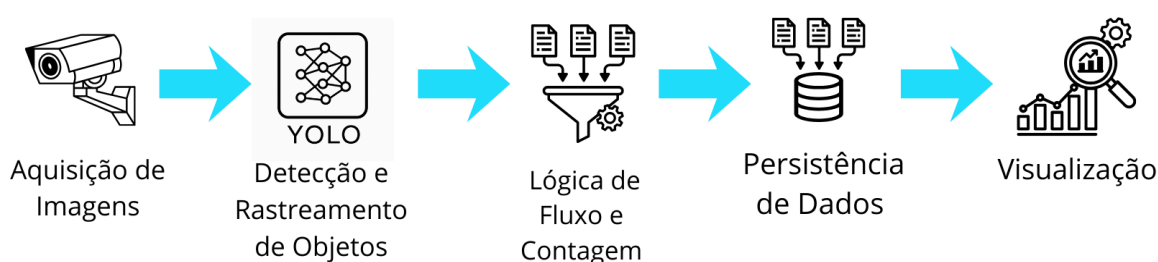
evitar contagens duplicadas e para extrair o vetor de deslocamento, permitindo que o sistema diferencie se o movimento executado foi de entrada ou de saída com base na trajetória percorrida em relação a linha virtual de interesse.

A utilização conjunta dessas técnicas possibilita o desenvolvimento de sistemas mais robustos e eficientes para contagem automatizada de pessoas, ampliando as aplicações da visão computacional em cenários reais.

Procedimentos metodológicos

O método proposto para contagem de pessoas consiste em 5 etapas: (1) Aquisição de Imagens, (2) Detecção e Rastreamento de Objetos, (3) Lógica de Fluxo e Contagem, (4) Persistência de Dados e (5) Visualização. A Figura 1 apresenta o fluxo de trabalho e a integração entre as etapas. Esta estrutura modular foi desenhada para garantir a independência entre as camadas de aquisição de imagens, processamento de visão computacional e a camada de interface com o usuário.

Figura 1 – Visão Geral do Método Proposto



Fonte: Elaborado Pelos Autores .

Para a aquisição de dados, foram instaladas duas câmeras na entrada da biblioteca: uma fixada em plano zenital (no teto em direcionada para o chão) e outra frontal, ressaltando-se que o sistema não realiza a identificação nominal ou biométrica dos sujeitos, preservando o anonimato dos usuários. O posicionamento zenital é estrategicamente utilizado para minimizar a oclusão entre indivíduos, enquanto a visão frontal auxilia na validação técnica das detecções, permitindo que a seja verificado se o

algoritmo classificou corretamente um objeto como 'pessoa' e se o rastreador manteve o mesmo identificador numérico (ID) ao longo da trajetória.

As imagens coletadas são então processadas pelo módulo “Detecção e Rastreamento de Objetos”, escrito na linguagem Python, utilizando o modelo YOLO para identificar indivíduos. O processamento ocorre de forma iterativa, onde cada frame do vídeo é redimensionado e alimentado à rede neural para gerar as previsões de localização.

O módulo Lógica de Fluxo e Contagem baseia-se em uma linha virtual traçada no cenário; o sistema monitora o deslocamento do centroide de cada pessoa rastreada pelo DeepSORT e, ao detectar o cruzamento dessa linha, classifica o evento como entrada ou saída.

Em seguida, os dados são enviados para o Módulo de Persistência de Dados. Este consiste em uma API desenvolvida com o framework Spring Boot que, ao receber os eventos via protocolo HTTP, persiste no banco de dados MySQL o tipo de movimentação e a data e horário do registro. A arquitetura Spring Boot foi escolhida por sua robustez e facilidade de integração com bancos de dados relacionais, garantindo que as informações de fluxo sejam armazenadas de forma íntegra e segura para consultas futuras.

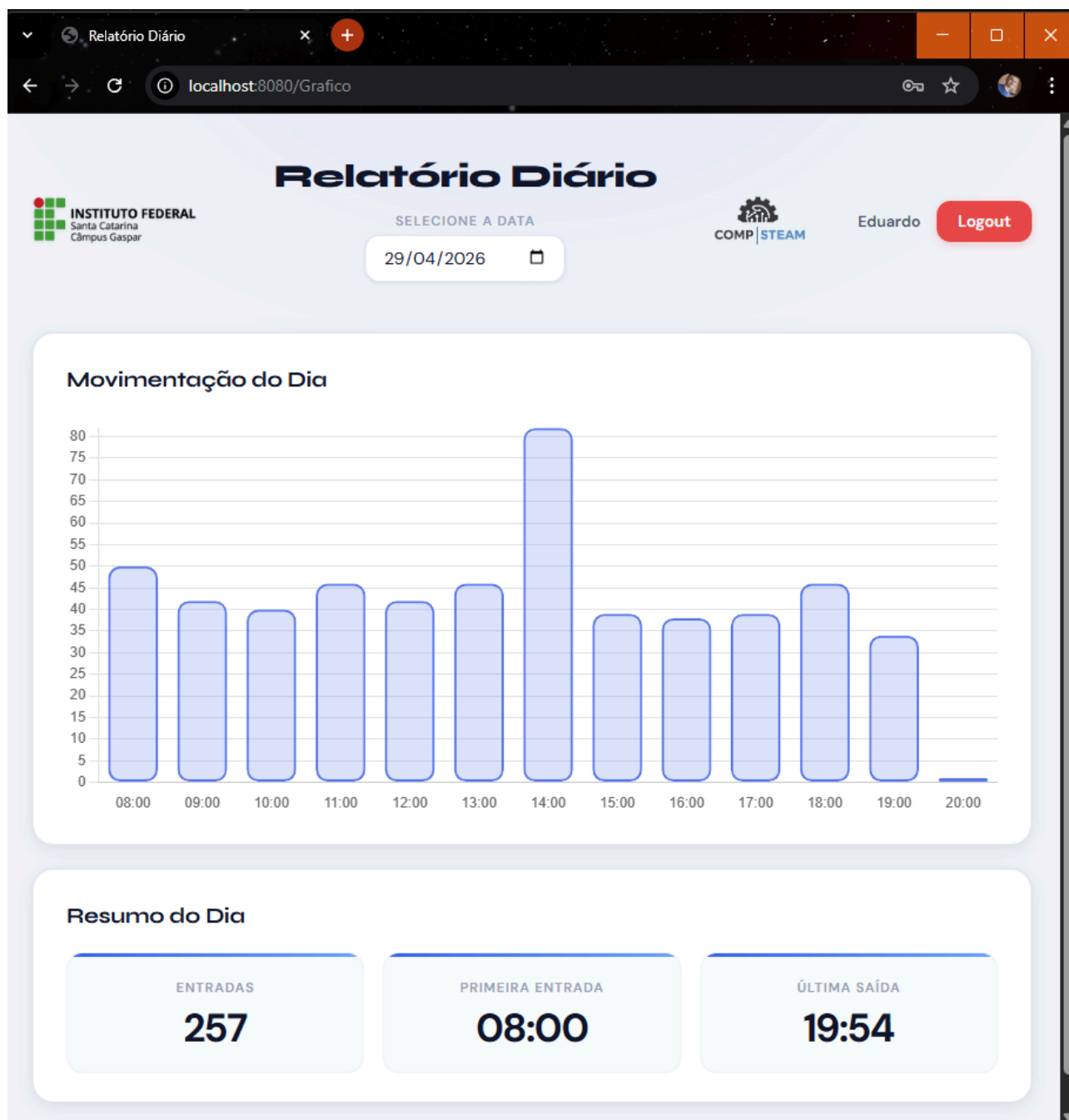
Por fim, na etapa de visualização, uma aplicação web autenticada (*dashboard*), desenvolvida em HTML, CSS e Javascript, apresenta métricas de fluxo e gráficos de ocupação a partir dos dados armazenados no banco de dados, facilitando a análise gerencial do ambiente.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) do IFSC sob o parecer nº 7.906.622.

Resultados e discussões

A implementação do sistema resultou em uma arquitetura funcional capaz de integrar a detecção visual à interface de gestão de dados. A Figura 2 apresenta o *dashboard* desenvolvido, onde se observa a consolidação das informações coletadas em ambiente real. A interface fornece um resumo quantitativo claro, permitindo que o gestor visualize o fluxo diário instantaneamente.

Figura 2 – Dashboard



Fonte: Elaborado Pelos Autores .

Atualmente, a aplicação web fornece métricas de fluxo em base diária, permitindo a identificação visual de horários de pico e o volume total de acessos. Embora a visualização esteja limitada ao ciclo de 24 horas, a expansão para análises semanais e mensais está em fase de desenvolvimento, o que viabilizará o acompanhamento de padrões sazonais de ocupação.

Nos testes preliminares, a integração entre YOLO e DeepSORT apresentou desempenho satisfatório em condições de fluxo moderado. Entretanto, observou-se que a acurácia da contagem é desafiada em cenários de alta densidade, especificamente quando múltiplos indivíduos atravessam a linha virtual simultaneamente, ocasionando oclusão de corpus, ou quando um usuário permanece estacionado sobre o limite de detecção. Nesse caso, movimentos oscilatórios do indivíduo podem desencadear ativações indevidas do algoritmo, resultando em contagens duplicadas. Atualmente, o trabalho concentra-se no refinamento dos parâmetros de confiança e na otimização do algoritmo de rastreamento para mitigar essas falhas em grupos densos. Os resultados obtidos até o momento validam a viabilidade da solução como uma ferramenta de suporte à gestão, demonstrando eficácia na captura e visualização de dados de ocupação em cenários reais.

Considerações finais

O sistema desenvolvido demonstrou a viabilidade de utilizar visão computacional para a gestão de fluxos em ambientes institucionais. A integração entre YOLO e DeepSORT permitiu automatizar a contagem de pessoas com uma infraestrutura simplificada, superando as limitações de métodos manuais. A execução do projeto também contribuiu significativamente para a formação profissional da equipe, proporcionando o domínio prático de tecnologias de ponta em inteligência artificial. A arquitetura proposta mostrou-se estável e funcional para o registro e visualização diária dos dados.

Como etapas futuras, o projeto prevê a implementação de visões analíticas semanais e mensais no *dashboard*. Em suma, o trabalho valida o uso da inteligência artificial como ferramenta estratégica, fornecendo dados precisos para a otimização de recursos e a tomada de decisão gerencial.



Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem o Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, que por meio do Edital Nº 01/2025/PROPI/PIBIC-EM, possibilitou a realização do projeto.

Referências

REDMON, Joseph *et al.* You only look once: Unified, real-time object detection. *In: IEEE CONFERENCE ON COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION*, 2016, Las Vegas, EUA. **Proceedings** [...] Las Vegas, 2016. p. 779-788. Disponível em: https://www.cv-foundation.org/openaccess/content_cvpr_2016/papers/Redmon_You_Only_Look_CVPR_2016_paper.pdf. Acesso em: 27 abr. 2026.

WOJKE, Nicolai; BEWLEY, Alex; PAULUS, Dietrich. Simple online and realtime tracking with a deep association metric. *In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMAGE PROCESSING (ICIP)*, 2017, China. **Proceedings** [...] China, 2017. p. 3645-3649. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/reader/894252730324f233b474bae1d6fe0b77d988ae83>. Acesso em: 27 abr. 2026.

REN, Shaoqing *et al.* Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks. *In: ADVANCES IN NEURAL INFORMATION PROCESSING SYSTEMS*, 2015, Montreal, Quebec, Canada. **Proceedings** [...] Montreal, 2015. , v. 28, 2015. Disponível em: https://papers.nips.cc/paper_files/paper/2015. Acesso em: 27 abr. 2026.