



# Visão computacional aplicada a quantificação do fluxo de veículos

Lucas de Oliveira Neitzke  
Biopark Educação  
Toledo Paraná, Brasil  
lucas.neitzke@alunos.bpkedu.com.br

Fernando Kei-iti Sakai Sano  
Biopark Educação  
Toledo Paraná, Brasil  
fernando.sano@alunos.bpkedu.com.br

Leonardo Garcia Tampelini  
Biopark Educação  
Cascavel Paraná, Brasil  
leonardo.garcia@alunos.bpkedu.com.br

**Abstract** — Detecting cars through computer vision in search of quantifying the flow of vehicles that pass near the Biopark Educação facilities. The research proposal is to quantify the flow of cars and people passing through the neighborhood of Bioparque neighborhood and the Biopark education educational institution, through the use of tools such as Yolo V5, a Python library that allows you to quantify objects which were previously trained through machine learning models that, together with the DeepSORT technique, provide a greater panorama for resolving the research proposal, which involves measuring the number of vehicles that travel on the roads and BRs close to the Bioparque neighborhood and the institution teaching, Biopark education. The demand for this project was in favor of the constant growth in the number of people who work, study or live in the Bioparque neighborhood and attend the educational institution. This significant growth in people results in an increase in vehicle traffic, resulting in the need for greater monitoring and accounting of this flow. The development of this counting and quantification tool could bring significant benefits to the institutions involved, both in investments and security.

**Keywords** — Machine learning; Object detection; Deep learning; Vehicle counting.

**Resumo ou Resumen** — Detectando carros através da visão computacional em busca da quantificação do fluxo de veículos que transitam nas proximidades das instalações do Biopark Educação. A proposta da pesquisa é de quantificar o fluxo de carros e pessoas que transitam nas proximidades do Bioparque bairro e da instituição de ensino Biopark educação, através do uso de ferramentas como a Yolo V5, uma biblioteca de Python que permite realizar a quantificação de objetos quais foram previamente treinados através de modelos de machine learning que em conjunto com a técnica de DeepSORT proporciona um maior panorama para a resolução da proposta da pesquisa, qual prevê mensurar a quantidade de veículos que transitam nas vias e BRs próximas ao Bairro Bioparque e a instituição de ensino, Biopark educação. A demanda desse projeto se deu em prol do constante crescimento no número de pessoas que trabalham, estudam ou moram no Bairro Bioparque e frequentam a instituição de ensino. Esse crescimento significativo de pessoas infere em um aumento no tráfego de veículos resultando na necessidade de uma maior fiscalização e contabilização deste fluxo. O desenvolvimento desta ferramenta de contagem e quantificação poderá trazer benefícios significativos para as instituições envolvidas, tanto em investimentos como em segurança.

**Palavras-chave** — Machine learning; Detecção de objetos; Aprendizado profundo; Contagem de carros.

## I. INTRODUÇÃO

O projeto proposto tem como princípio a utilização de ferramentas de machine learning para detectar veículos e pessoas que transitam próximo ao Biopark Educação e nas rodovias PR-239 e PR-182. O trabalho de Biswas et al. (s.d.) [1] sobre um sistema automático de contagem de carros usando o framework OverFeat forneceu inspiração para esta pesquisa. Técnicas de Machine Learning permitem que computadores aprendam utilizando dados base fazendo previsões sem nenhuma programação explícita [2]. Isso envolve a coleção e o pré-processamento de dados, selecionando um algoritmo apropriado, treinando o modelo, avaliando sua performance, e implementando-a em aplicações do mundo real. Logo, esse processo tem como objetivo compreender e descobrir padrões em dados para solucionar problemas complexos. Em especial, foi selecionado como base da pesquisa a utilização das ferramentas Yolo V5 e DeepSORT (ambos algoritmos de Machine Learning). Tal decisão se baseou nos promissores resultados em rastreamento de objetos dos trabalhos [6][7].

O principal objetivo deste projeto de pesquisa, é a detecção de veículos que transitam próximo e nas rodovias de acesso ao bairro Bioparque, onde se localiza o Biopark Educação. A proposta de fazer a análise do clima do trânsito do local se dá devido ao constante crescimento das instalações no novo bairro em desenvolvimento no município de Toledo, Paraná. O bairro contempla as instalações do Biopark Educação, Universidade Federal do Paraná - UFPR, e no futuro próximo abrigará um Shopping à nível metropolitano, também contará com um Hospital, o que configura uma defasagem no nível exigido das vias que dão acesso às instalações do bairro Bioparque. Há uma preocupação com o crescimento do Biopark e suas vias de acesso, o receio é de que elas não deem conta da alta proporção de tráfego gerada pelas construções futuras. Isso, somado ao trânsito normal que já existe e é composto por veículos pesados, como caminhões, caminhonetes e por muitas vezes caminhões bitrens que comumente dividem tráfego com ônibus escolares. Isso se estende às rodovias que se interligam ao bairro e a via pelo distrito, Novo Sobradinho, que também dá acesso ao Biopark.





## II. OBJETIVO

O foco da pesquisa científica é voltado para a detecção e contagem de veículos através da visão computacional utilizando da linguagem de programação Python em conjunto com a tecnologia Yolo V5 e DeepSORT que são algoritmos de machine learning. O Ultralytics Yolo V5 é um modelo de última geração (SOTA) que se baseia no sucesso das versões anteriores do Yolo e apresenta novos recursos e melhorias para aumentar ainda mais o desempenho e a flexibilidade.

Do objeto pesquisa é esperado que o software tenha a capacidade de detectar veículos que transitam nas rodovias próximas ao Biopark Educação, com o objetivo de atrair investimos e visibilidade para o parque tecnológico, que possui um alto fluxo de veículos e pessoas, tanto veículos pesados como caminhões bitrens, quanto veículos utilitários. Visando a segurança dos estudantes, moradores e trabalhadores do Biopark, o projeto possui o objetivo de contabilizar esse fluxo, visando pensar as melhores maneiras de organizar as vias de acesso, assim como deter dados precisos, que no futuro serão importantes para mensurar a quantidade de pessoas que trafegam na região, devolvendo a comunidade do município os resultados do investimento realizados na construção do Biopark, assim como a coleta de dados que servirão de justificativa no momento de fazer negociações de investimento tanto no setor público como no privado, investimento esses destinados ao Biopark educação e ao bairro bioparque, abrangendo também as vias de acesso e as BRs já citadas.

O projeto de extensão sobre visão computacional aplicados na quantificação do fluxo de veículos, ocorre sob a responsabilidade do professor(a) Dr(a) Leonardo Garcia Tampelini, vinculado à linha 5 (cinco) de engenharia de sistemas e informação.

## III. JUSTIFICATIVA

Devido ao interesse, científico e socioeconômico, o Biopark, iniciou o desenvolvimento de uma pesquisa que busca tentar analisar e quantificar a quantidade de carros que trafegam aos arredores de suas instalações, buscando trazer maiores informações para que a mesma, consiga tomar ações com relação a segurança das pessoas que diariamente trafegam por ali em decorrência de emprego, estudo ou residência.

Devido ao grande tráfego de veículos no entorno do Biopark, se despertou a necessidade de avaliar o clima do trânsito para que assim possam ser tomadas ações que beneficiem os usuários das rodovias relatadas neste artigo.

O Biopark se localiza em uma posição fora do entorno da cidade e em suas proximidades encontram-se rodovias com tráfego que tem aumentado dia-a-dia, há uma preocupação por parte da entidade em buscar soluções que auxiliem na manutenção e garantia de segurança de seus visitantes, uma vez que o Biopark possui instituições de trabalho e ensino nos dois lados da rodovia e muitos trabalhadores, alunos e professores se deslocam regularmente de um lado a outro

dessa rodovia movimentada, que não possui uma passarela de pedestres.

## IV. METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa foi utilizado a ferramenta de machine learning Yolo V5. Uma ferramenta que foi projetada para ser rápida, precisa e fácil de usar, tornando-a uma excelente escolha para uma ampla gama de tarefas de detecção de objetos, segmentação de instâncias e classificação de imagens.

Segundo o artigo A Deep Learning Object Detection Method For An Efficient Clusters Initialization [4], o Yolo V5 é um modelo de detecção Deep Learning cujo objetivo é de: [...] detect the initial clustering parameters such as the number of clusters with their sizes and centroids. Mainly, the proposed solution consists of adding a DL-based initialization phase making the clustering algorithms free of initialization. Two model solutions are provided in this work, one for isolated clusters and the other one for overlapping clusters. The features of the incoming dataset determine which model to use. Moreover, The results show that the proposed solution can provide near-optimal clusters initialization parameters with low computational and resources overhead compared to existing solutions [4].

Conforme a citação, o Yolo V5 é a melhor opção para a realização da proposta, devido a “baixa sobrecarga computacional e de recursos”, trata-se de um software simples e barato, uma vez que, não é necessário (inicialmente) um alto investimento em recursos e computadores de alta performance para o desenvolvimento desta pesquisa.

O DeepSORT atua como um complemento para o Yolo V5, facilitando o monitoramento e a contagem de veículos. Esse algoritmo é notável em manter a identidade e trajetória de múltiplos objetos em cenas superlotadas, garantindo que nenhum veículo seja perdido ou contado várias vezes no processo. Com a integração perfeita dos dois algoritmos, é criado uma sinergia que aprimora significativamente a precisão e eficiência do sistema de contagem de veículos

A metodologia implementada em conjunto ao uso das já citadas ferramentas, ocorreu, visando reconhecer padrões que realizassem a contagem de carros baseando-se em imagens reais e em tempo real, para isso, foram posicionadas câmeras próximas à rodovia PR-239 e PR-182. A proposta é que as imagens registradas por essas câmeras sejam comparadas com uma base de imagens já existente, para que a inteligência artificial consiga reconhecer que existem carros nas imagens captadas anteriormente pelas câmeras.

Para treinar o modelo Yolo V5, foi utilizado um conjunto de dados contendo imagens e anotações de veículos e pessoas nas proximidades do Biopark. Essas imagens foram adquiridas por meio de câmeras de vigilância e outras fontes de vídeo. O Yolo V5 utiliza uma arquitetura de rede neural profunda para realizar a detecção de objetos em tempo real



[5]. O treinamento foi realizado em um ambiente de alto desempenho, utilizando GPUs para acelerar o processo, tendo em vista que o desenvolvimento através de CPUs são mais demorados.

Com a detecção de objetos estabelecida, passamos à fase de rastreamento de veículos, onde implementamos o algoritmo DeepSORT, que combina a detecção de objetos baseada em deep learning com um sistema de rastreamento em tempo real. A integração do DeepSORT com o Yolo V5 foi crucial para manter a identidade dos veículos ao longo do tempo. Isso possibilitou um rastreamento preciso e consistente dos veículos na área de interesse.

Além da implementação dos modelos Yolo V5 e DeepSORT, utilizamos a biblioteca OpenCV para aprimorar a análise das imagens e vídeos. O OpenCV oferece uma ampla gama de funcionalidades para o processamento de imagens, permitindo o redimensionamento, aplicação de filtros e outras técnicas para melhorar a qualidade dos vídeos, e facilitar o rastreamento dos veículos.

Em seguida, desenvolvemos um banco de dados dedicado para armazenar informações importantes como tipo de veículo e horário da detecção. Permitindo a geração de relatórios detalhados e insights valiosos sobre os padrões de fluxo de veículos.

## V. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento da pesquisa teve início a partir de um código inicial qual foi disponibilizado publicamente no Github por; Mahimai Raja, um programador especializado em IA, com bacharelado em ciência e tecnologia por Karunya Institute of Technology and Sciences, embaixador de inteligência artificial por Jetson Nvidia e residente de Bangalore (também chamada de Bengaluru) que é a capital do estado de Karnataka, no sul da Índia.

Através dos códigos fornecidos por Mahimai Raja [3], sob licença gratuita (open source) software livre, iniciamos os estudos para a realização de alterações necessárias, com o objetivo de que o mesmo código, qual utiliza um vídeo genérico, também possa ser adaptado para obter informações de um vídeo previamente gravado ou em tempo real, através da conexão de uma câmera IP. Também, foram ajustados parâmetros de leituras do vídeo e as coordenadas onde os sensores de contagem atuam, com isso, espera-se popular uma base de dados (banco de dados) com a quantidade de carros que passam na rodovia. Os primeiros resultados podem ser visualizados na Fig 1.

Inicialmente o código lerá a contagem de carros a cada uma (01) hora de uma amostra de vídeo, e então, limpará sua contagem, para assim, termos um histórico cronológico evolutivo sob o fluxo de carros e veículos, que por ali trafegam diariamente. Estes dados serão consumidos pela plataforma de tratamento de dados fornecidas pelo PowerBI, se conectando diretamente pelo banco de dados, com isto será gerado um dashboard com a evolução completa do tráfego de veículos, possuindo a opção de seleção da contagem de veículos por hora, período e data.

Atualmente no projeto, estamos estudando a estrutura base do banco de dados, a construção do dashboard e os aspectos de autoconfiguração do código onde será disponibilizado os dados para o usuário que utilizará do software. Após alcançarmos o mínimo produto viável (MVP), ou seja, o mínimo de funcionalidades esperadas pelo software, será feita uma atualização na qual o software terá a capacidade de se autoconfigurar, a partir de um IP de câmera.



Fig. 1. Reprodução de execução de código - Código inicial disponibilizado gratuitamente por Mahimai Raja.

## VI. MATERIAIS E MÉTODOS

O objeto de execução da pesquisa, se dá pelo machine learning, ou seja, aprendizagem profunda em conjunto com o aprendizado de máquina.

Os materiais utilizados para a pesquisa são, filmagens do tráfego real de veículos que transitam próximo às rodovias, servidores e materiais de apoio a nível de aprendizado, ambos, disponibilizadas pelo Biopark Educação.

As filmagens são processadas pela tecnologia Yolo V5, retornando uma lista de objetos que ela previamente conhece, nisto, o seu pré treinamento para modelos genéricos como carros, pessoas, placas etc., acabam se destacando diante do desafio proposto pela pesquisa. Na utilização da tecnologia se baseia a passagem de parâmetros, onde, por tais parâmetros, ele detecta automaticamente modelos pré-treinados pela interface Yolo V5.

Apesar da grande gama de modelos pré treinados, essa base pode acabar não sendo muito útil dependendo do contexto imagético proveniente das filmagens, por isso há a necessidade de fazer um treinamento em cima dos modelos já predispostos, através do carregamento de uma vasta quantidade de imagens de carros e outros veículos trafegando em vias que se assemelha com o contexto real do experimento.

Também, com os resultados da ferramenta Yolo V5, empregamos o algoritmo DeepSORT que fornece caixas delimitadoras ao redor dos veículos em cada quadro do vídeo. Com isso, obtemos uma segurança na continuidade do

monitoramento, atualizando e mantendo o rastreamento dos veículos individuais.

## VII. RESULTADOS

Antes de avaliarmos os resultados, é importante destacar que as etapas de coleta de dados e de pré-processamento. Ocorreu através da coleta de amostras de vídeo em alta-qualidade da entrada da faculdade utilizando uma câmera estacionária instalada logo em frente à rotatória (Fig. 2). Depois, o conjunto de dados retirados dessa amostra de vídeos foi utilizado para treinar o DeepSORT para o monitoramento de veículos, garantindo um rastreamento preciso e consistente ao longo dos quadros dos vídeos.

A ferramenta Yolo V5 apresentou um excelente desempenho na detecção dos veículos dentro da rotatória, demonstrando muita precisão na identificação de veículos em diferentes ângulos e tamanhos.

Enquanto isso, o DeepSORT provou ter uma alta eficiência no rastreamento de veículos individuais dentro da rotatória, mantendo com sucesso a identificação dos veículos mesmo em casos em que ocorreram oclusões e desaparecimentos temporários no vídeo.

O objetivo central desta pesquisa foi contar com precisão o número de veículos na rotatória de uma faculdade. Com a integração do produto da detecção de objetos do Yolo V5 e do rastreamento de veículos do DeepSORT. Alcançamos esse objetivo com resultados agradáveis, produzindo contagens confiáveis de forma consistente em tempo real.



Fig. 2. Reprodução do programa em execução - Imagens do software em funcionamento em uma das câmeras que estão instaladas no principal acesso ao Biopark Educação.

## VIII. CONCLUSÃO

Em conclusão, nosso projeto contempla a construção de um sistema de contagem de veículos para fornecer um histórico de fluxo de veículos e pessoas que trafegam no parque tecnológico Biopark. Com isto, é esperado que a pesquisa venha atrair investimentos (setor privado) e a atenção do Governo Estadual para a realização de melhorias da infraestrutura das rodovias estaduais PR-239 e PR-182.

Com os resultados atuais espera-se que tenha continuidade em aplicar o mesmo em detecção e contagem

de pessoas que transitem dentro do bairro, onde o Bioparque localiza-se.

Também, há o interesse do Biopark em criar um negócio baseado no instrumento desta pesquisa, contemplando os pesquisadores envolvidos na criação de uma empresa que atua na detecção de objetos através de imagens.

Essa pesquisa tem o objetivo central de realizar a verificação da quantidade de veículos e pessoas que diariamente transitam pelos arredores dos campos do Biopark Educação. A pesquisa se inicia com o único objetivo de fazer a detecção apenas de carros, onde por sua vez poderá ser estendida por mais 06 (seis) meses, após a validação do primeiro ano de pesquisa, para que seja implementado uma nova versão que detecte também pessoas com as imagens que são captadas pelo software.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos envolvidos no projeto, Lucas de Oliveira Neitzke, Fernando Kei-iti Sakai Sano e em especial ao professor Leonardo Garcia Tampelini por todo seu auxílio e dedicação para a produção da pesquisa e ao Biopark Educação pelo investimento que foi imprescindível para a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- [1] Biswas, Debojit et al. An Automatic Car Counting System Using Over-Feat Framework. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/ae65/2189d3d631ea03e207e9db7fe22e75979682.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2023.
- [2] Buch, N.; Velastin, S.A.; Orwell, J. A review of computer vision techniques for the analysis of urban traffic. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 2011, 12, 920–939.
- [3] Raja, M. 'mahimairaja/vehicle-counting-yolo: An algorithm that uses YoloV5 and DeepSORT to count and measure the number of vehicles in a video stream, it detects the vehicles with YoloV5 and tracks them with DeepSORT to maintain a count of unique vehicles in the video. It also calculates the frames per second (FPS) of the video stream. Available online: <https://github.com/mahimairaja/vehicle-counting-yolo> (Acesso em: 8 set. 2023).
- [4] A Deep Learning Object Detection Method For An Efficient Clusters Initialization. <https://arxiv.org/pdf/2104.13634.pdf> Available online: <http://inrix.com/> (Acesso em: 9 ago. 2023).
- [5] O que é machine learning?. Available online: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/machine-learning> (Acesso em: 9 set. 2023).
- [6] Understanding Multiple Object Tracking using DeepSORT. Available online: <https://learnopencv.com/understanding-multiple-object-tracking-using-deepsort/> (Acesso em: 1 set. 2023).
- [7] Traffic Scorecard. Inrix. Available online: <http://inrix.com/> (Acesso em: 2 ago. 2023).