

## SPECTRA: UMA FERRAMENTA QUE AUXILIA A ANÁLISE ESTATÍSTICA COM APLICAÇÕES EM ATLETAS DE FUTEBOL

LUIZ VITALINO DOS SANTOS<sup>1</sup>; ARTHUR ALVES CERVEIRA<sup>2</sup>; ULISSES BRISOLARA CORRÊA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [ivsantos@inf.ufpel.edu.br](mailto:ivsantos@inf.ufpel.edu.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [aacerveira@inf.ufpel.edu.br](mailto:aacerveira@inf.ufpel.edu.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [ulisses@inf.ufpel.edu.br](mailto:ulisses@inf.ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Este projeto tem como objetivo desenvolver a SPECTRA, uma ferramenta baseada em visão computacional para a extração de informações estatísticas de partidas de futebol. A visão computacional, área da inteligência artificial voltada para interpretar imagens e vídeos, tem se mostrado promissora na análise de eventos esportivos. Nos últimos anos, os avanços em aprendizado profundo permitiram automatizar tarefas complexas, tornando as análises mais rápidas e detalhadas (SUN et al., 2024). Entretanto, a maior parte das soluções existentes ainda é cara ou inacessível para clubes de pequeno e médio porte, evidenciando a necessidade de ferramentas mais acessíveis e adaptadas a diferentes contextos.

A análise estatística tem se consolidado no futebol como apoio a decisões táticas, técnicas e gerenciais. Contudo, os métodos mais comuns apresentam limitações: a coleta manual de dados demanda alta mão de obra e é suscetível a erros, enquanto sensores possuem custo elevado e restrições de uso em competições oficiais (MENDES, 2023). Nesse cenário, a visão computacional surge como alternativa promissora, pois possibilita extrair informações relevantes diretamente de imagens e vídeos, oferecendo precisão, rapidez e escalabilidade (PAVLOVICH et al., 2023). Além disso, técnicas recentes de aprendizado profundo, como rastreamento de múltiplos objetos e reconhecimento de ações, ampliam o potencial de análises detalhadas do desempenho esportivo (SUN et al., 2024).

Apesar desse avanço, ferramentas consolidadas de análise esportiva ainda se concentram em clubes de elite, devido a altos custos de licenciamento e necessidade de infraestrutura sofisticada para processamento em tempo real. Já equipes menores, especialmente no Brasil, permanecem dependentes de métodos manuais ou incompletos para avaliar o desempenho dos atletas. Essa SSlacuna reforça a importância de soluções mais acessíveis, que combinem rigor técnico com viabilidade financeira e operacional.

Diante desse cenário, este trabalho busca disponibilizar uma solução de baixo custo que permita a extração automática de métricas como posse de bola, passes, finalizações e movimentação de atletas. Especificamente, pretende-se: (i) aplicar técnicas de detecção e rastreamento de jogadores e bola em vídeos de partidas; (ii) estruturar indicadores estatísticos individuais e coletivos; e (iii) implementar uma interface acessível que facilite a visualização dos dados. Assim, espera-se democratizar o acesso a tecnologias avançadas de análise esportiva, fortalecendo a tomada de decisão em diferentes níveis do futebol.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho buscou integrar técnicas de visão computacional com métodos de aprendizado profundo, de modo a viabilizar a extração automática de informações estatísticas em partidas de futebol. O processo iniciou-se com a utilização do dataset SoccerNet (CIOPPA et al., 2022), composto por vídeos completos e cortes específicos de jogadas. Esse conjunto de dados serviu tanto para o treinamento dos modelos de detecção e rastreamento quanto para a definição de momentos considerados relevantes para a análise estatística pós-jogo. Foram realizadas etapas de pré-processamento, anotação de frames e segmentação de jogadores, campo e bola, a fim de estruturar dados adequados para os experimentos.

Para a detecção de jogadores e da bola, empregou-se a rede YOLO (You Only Look Once), amplamente reconhecida pela eficiência em tarefas de detecção em tempo real. O modelo foi treinado com imagens anotadas do SoccerNet, seguido de ajustes finos para adaptação ao contexto específico do futebol. Na etapa de rastreamento, adotou-se o algoritmo DeepSORT, que combina previsões do YOLO com o filtro de Kalman, permitindo associar detecções entre frames consecutivos e manter a identidade dos jogadores e da bola ao longo do jogo.

A análise de eventos esportivos foi desenvolvida a partir dos dados de rastreamento. Passes foram inferidos pela proximidade espacial entre jogadores e bola; chutes e lançamentos foram identificados por alterações bruscas na trajetória e velocidade da bola; e finalizações foram detectadas pela definição de áreas de interesse, como as traves do gol. Essa abordagem se fundamenta em trabalhos prévios de reconhecimento de ações e segmentação de vídeo aplicados ao esporte (PAVLOVICH et al., 2023; SUN et al., 2024).

Para viabilizar o uso prático da ferramenta, está sendo planejada uma aplicação dividida em camadas de entrada, processamento e saída. A proposta é que os vídeos das partidas sejam carregados em formatos comuns (MP4, MKV), processados pelos modelos de detecção e rastreamento, e posteriormente os resultados sejam exibidos por meio de uma interface que facilite a visualização dos dados estatísticos. Essa interface poderá ser desenvolvida em Python, utilizando bibliotecas como Streamlit ou Dash, permitindo a geração de painéis interativos com gráficos, tabelas e reprodutores de vídeo que destacam eventos relevantes.

Por fim, também está prevista a utilização de métricas consolidadas em visão computacional, como mAP para detecção e MOTA, IDF1 e HOTA para rastreamento. Além disso, pretende-se considerar o desempenho computacional em hardware acessível e a usabilidade da ferramenta, que será avaliada em etapas futuras. Esse planejamento busca alinhar o rigor técnico dos experimentos à proposta central do projeto: oferecer uma solução acessível e eficiente para análise estatística no futebol.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o presente momento, o trabalho avançou em três frentes principais: organização dos dados, treinamento de modelos de detecção e implementação inicial de rastreamento. Os vídeos do dataset SoccerNet foram organizados em conjuntos de treino, validação e teste, com extração de quadros e geração de cliques correspondentes às anotações originais. Além disso, foi realizada a

conversão das anotações de eventos (como passes e chutes) para formatos compatíveis com os experimentos supervisionados.

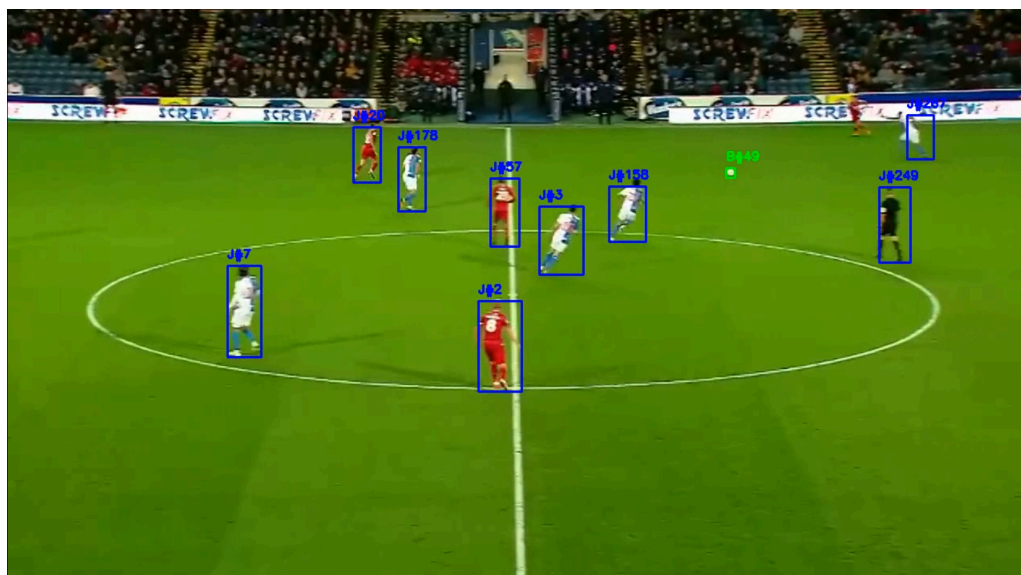
Em relação à detecção de objetos, já foram treinados dois modelos YOLO específicos para o domínio do futebol: um voltado à identificação da bola e outro para a detecção dos jogadores. Os testes preliminares indicaram desempenho satisfatório, com acurácia suficiente para dar suporte às próximas etapas de rastreamento.

**Tabela 1:** Métricas dos modelos de detecção na bola e jogador.

| Métrica de Avaliação | Modelo de Detecção de "Jogador" (%) | Modelo de Detecção de "Bola" (%) |
|----------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| mAP@0.5              | 0.94                                | 0.91                             |
| F1-Score Máximo      | 0.93                                | 0.85                             |
| Precisão             | 0.94                                | 0.97                             |
| Recall               | 0.92                                | 0.68                             |

A etapa seguinte implementada foi o rastreamento de múltiplos objetos utilizando o algoritmo ByteTrack integrado via Supervision. Essa combinação permitiu manter a identidade de jogadores e bola ao longo de sequências de vídeo, criando as bases para a análise de interações entre objetos.

Como resultados práticos, já foi possível identificar a proximidade entre jogadores e bola, critério que está sendo utilizado para a detecção inicial de passes. Apesar de ainda não terem sido realizados testes extensivos, os experimentos preliminares apontam a viabilidade de automatizar a identificação de ações por meio da análise temporal dos dados rastreados.



**Figura 1:** Resultado detecção + rastreamento

Atualmente, o trabalho encontra-se na fase de consolidação dessas etapas iniciais e na definição de regras mais robustas para a classificação de eventos, como passes, chutes e finalizações. Os próximos passos incluem a integração de redes neurais sequenciais (CNN+LSTM ou Transformers) para reconhecer padrões temporais mais complexos, complementando as regras heurísticas.

## 4. CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste trabalho permitiu propor uma ferramenta inovadora para análise estatística aplicada ao futebol, baseada em técnicas de visão computacional e aprendizado de máquina. Diferente das soluções tradicionais, que geralmente exigem altos investimentos em equipamentos especializados e infraestrutura robusta, a proposta tem como foco a acessibilidade, oferecendo uma alternativa viável para clubes de pequeno e médio porte.

A inovação está em unir, em uma única solução, a detecção automática de jogadores e da bola, o rastreamento em tempo real e a identificação de eventos relevantes do jogo. Esse conjunto de recursos proporciona ao usuário a possibilidade de extrair informações estatísticas de forma rápida, com baixo custo e sem a necessidade de intervenção manual contínua.

Assim, o trabalho contribui não apenas para a modernização da análise esportiva, mas também para a democratização do acesso a tecnologias avançadas no futebol, possibilitando que diferentes contextos (profissionais ou acadêmicos) explorem novas abordagens para tomada de decisão, treinamento e avaliação de desempenho.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CLOPPA, Anthony et al. *Soccernet-tracking: Multiple object tracking dataset and benchmark in soccer videos*. In: **PROCEEDINGS OF THE IEEE/CVF CONFERENCE ON COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION**. 2022. p. 3491-3502.

MENDES-NEVES, Tiago; MEIRELES, Luís; MENDES-MOREIRA, João. *A survey of advanced computer vision techniques for sports*. **arXiv preprint arXiv:2301.07583**, 2023.

PAVLOVICH, Roman V. et al. *Soccer Artificial Intelligence Commentary Service on the Base of Video Analytic and Large Language Models*. In: **2023 31st Telecommunications Forum (TELFOR)**. IEEE, 2023. p. 1-4.

SUN, Jiacheng et al. *Gta: Global tracklet association for multi-object tracking in sports*. In: **Proceedings of the Asian Conference on Computer Vision**. 2024. p. 421-434.

ZHANG, Yifu et al. *Bytetrack: Multi-object tracking by associating every detection box*. In: **European conference on computer vision**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2022. p. 1-21.