

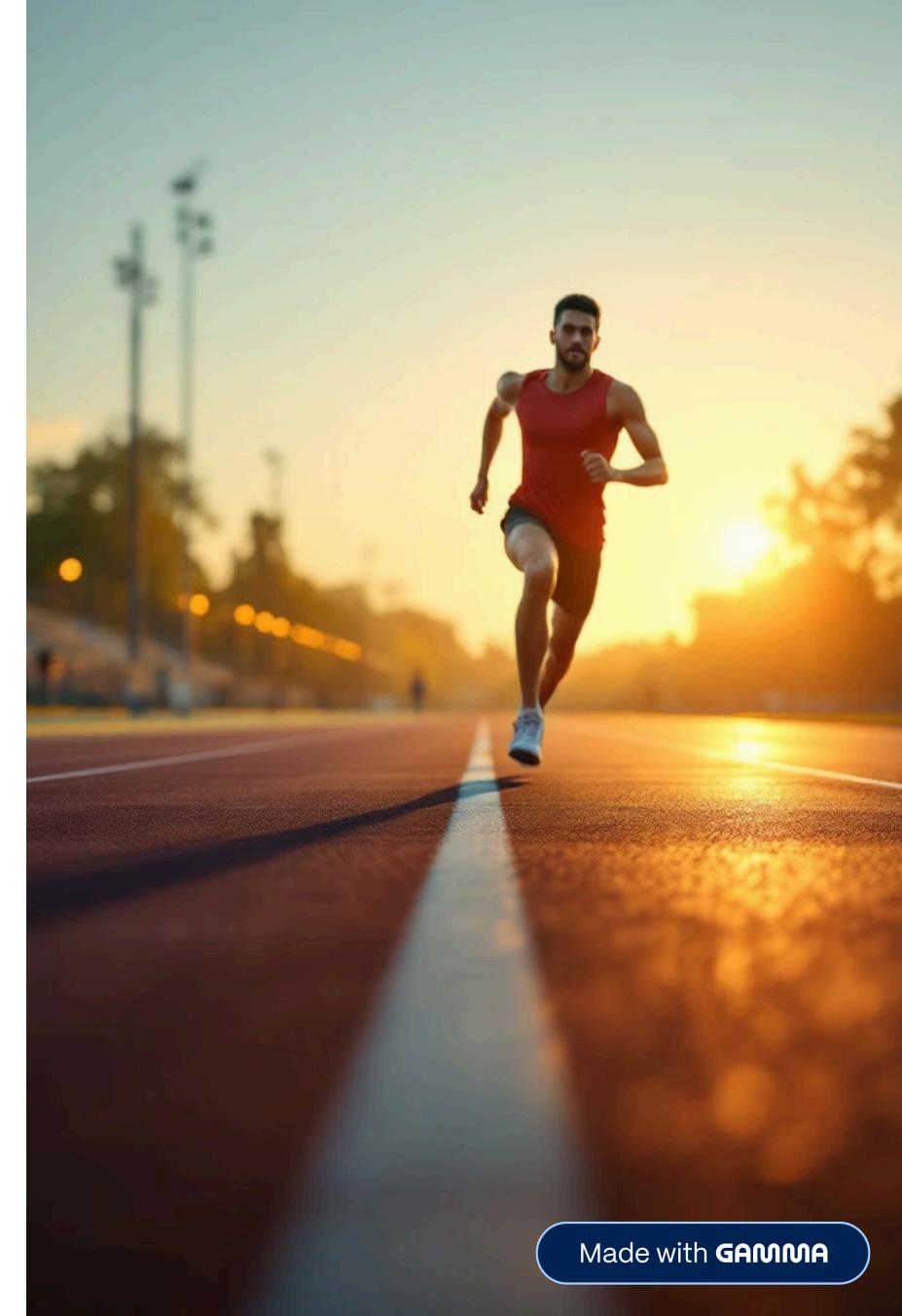
Visão Computacional e Deep Learning na Análise do Movimento de Atletas

Perspectivas para a análise de desempenho

IV Simpósio de Tecnologia Aplicada à Análise de Desempenho Esportivo
27 e 28 de Fevereiro de 2026

Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Santiago

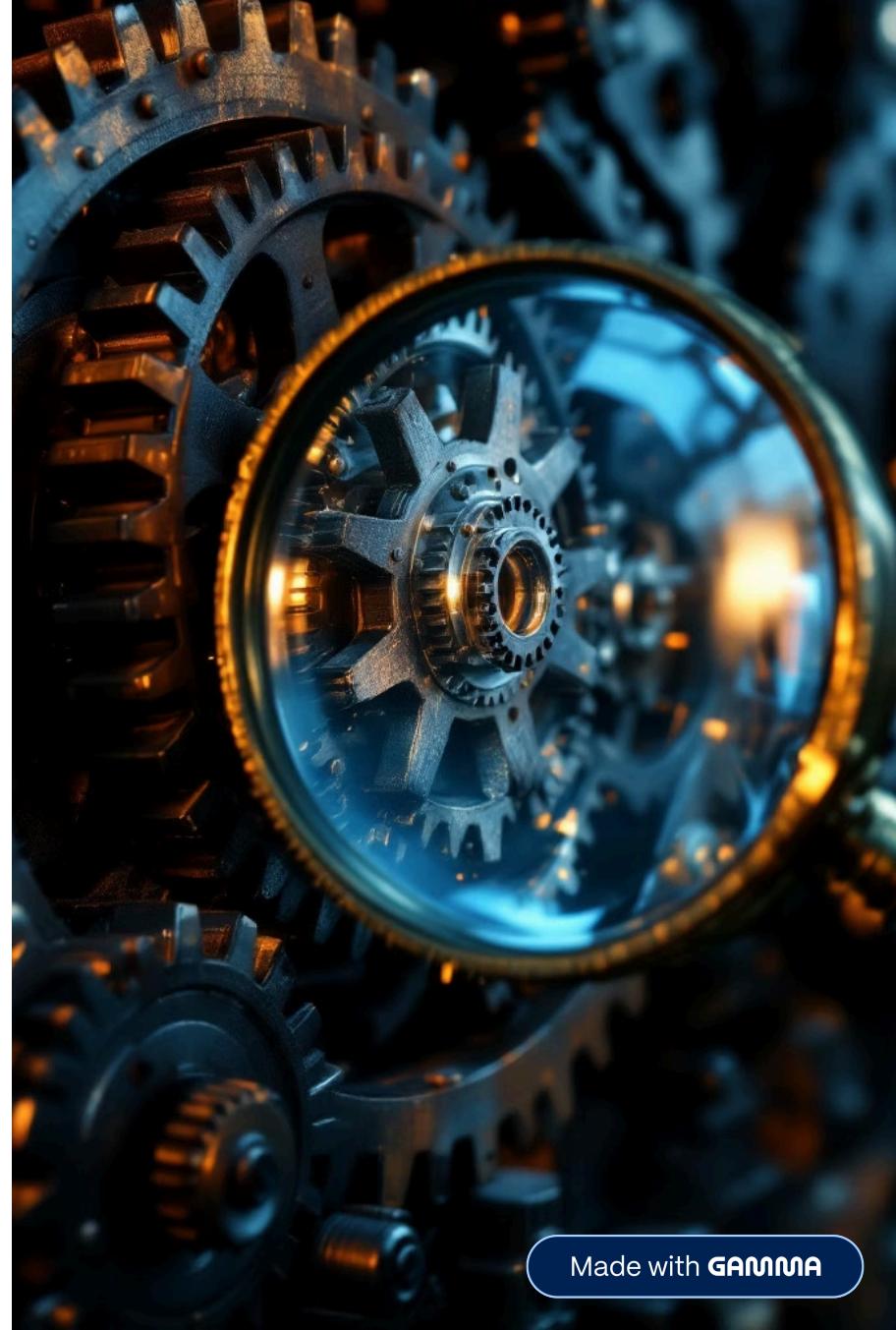
Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP) - USP
Laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LaBioCoM)



CAPÍTULO 1

O Contexto e a Dor do Esporte

Neste capítulo, abordaremos a dependência tecnológica do esporte brasileiro e a urgência de transitar de consumidores para desenvolvedores de soluções inovadoras. Exploraremos a ilusão do domínio tecnológico e a importância de compreender o funcionamento interno dos algoritmos para discutir a complexidade da análise de desempenho. Também destacaremos o protagonismo externo em tecnologias de ponta e a necessidade de o Brasil desenvolver sua própria inteligência esportiva. Por fim, apresentaremos a missão do LaBioCoM na inovação e na superação do paradigma tradicional de avaliação.



Soberania Tecnológica: Criadores vs. Consumidores

Dependência Histórica

O mercado esportivo brasileiro tem sido historicamente dependente de tecnologias importadas, principalmente dos EUA, Europa e Austrália.

Consumo Passivo

Consumimos hardwares caríssimos e softwares fechados (Black Boxes), sem compreender o motor por trás dos resultados.

Boom da IA

Enquanto a inteligência artificial avança globalmente com ChatGPT, Gemini e outros, a tecnologia nacional carece de protagonismo.

Urgência de Desenvolvimento

É crucial deixarmos de ser apenas "usuários premium" para nos tornarmos desenvolvedores das nossas próprias soluções, garantindo a soberania tecnológica.

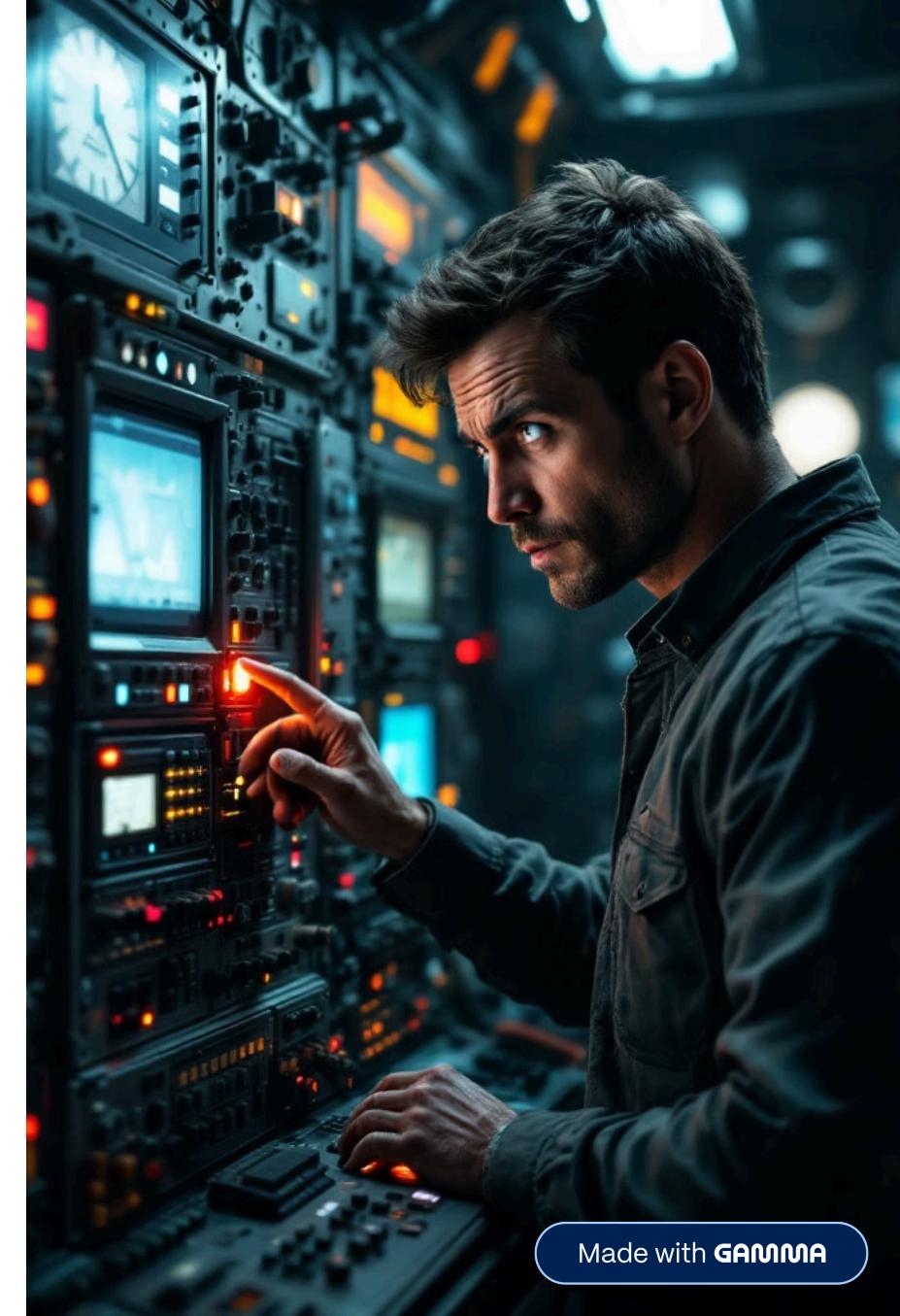


A Ilusão do Domínio: Somos Apertadores de Botões?

- Temos a facilidade de adquirir o software mais caro e o hardware mais moderno, mas isso não garante o conhecimento profundo.
- O problema reside em saber onde clicar sem compreender o que realmente acontece no "silício" por trás da tecnologia.
- Tratamos a tecnologia como uma caixa preta de bits consumíveis, em vez de uma ferramenta para a geração de conhecimento.

Provocação Metodológica

Como vamos discutir a complexidade da análise de desempenho se não sabemos como funciona o motor do algoritmo?

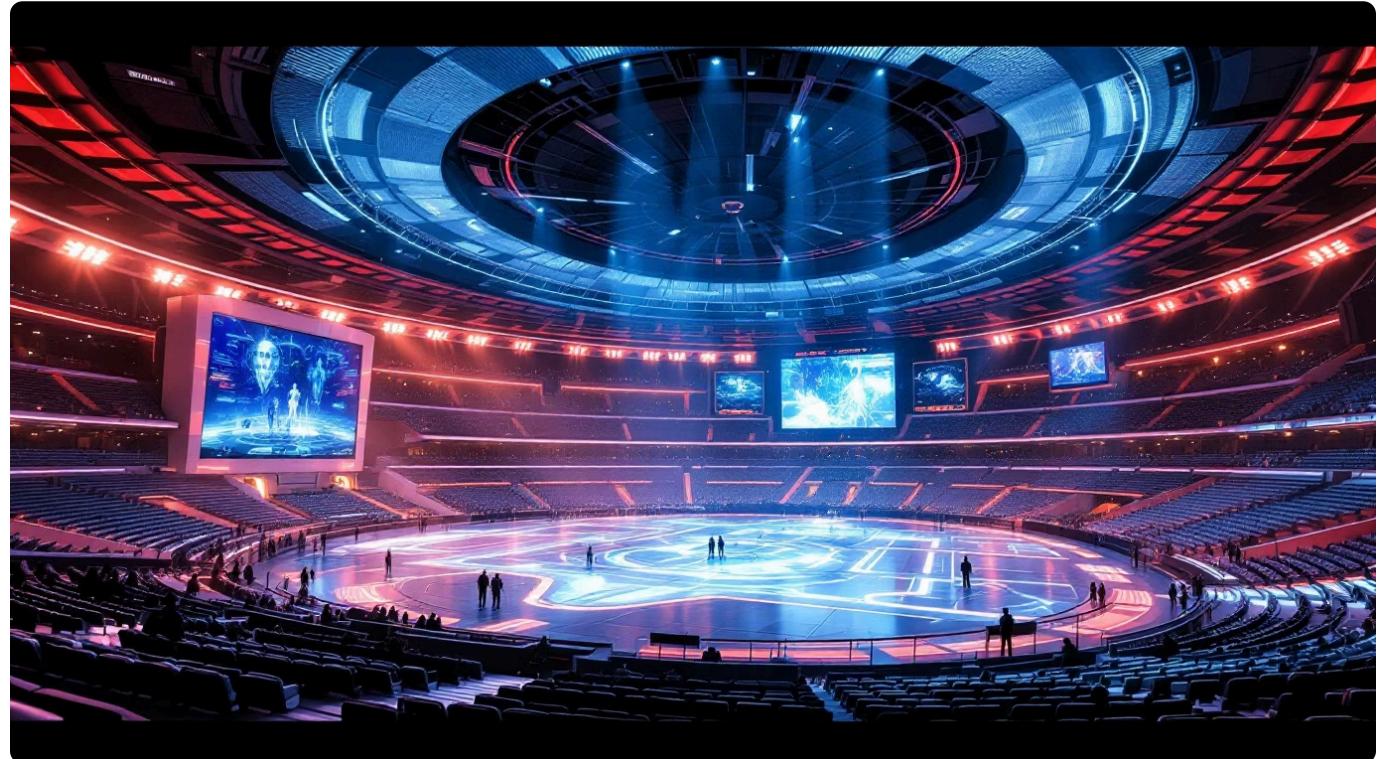


Enquanto isso, a vanguarda acontece lá fora...

- **CVPR 2026 / Roboflow:** Desafios globais de visão computacional que definem os próximos padrões da indústria.
- **KAUST (Arábia Saudita):** Tornando-se o primeiro instituto de pesquisa da FIFA no Oriente Médio e Ásia, um polo de inovação esportiva.
- **Markerless Motion Capture:** O estado da arte sendo ditado por laboratórios e empresas internacionais, como a Theia3D, que lideram a pesquisa e desenvolvimento.

Por que não somos nós?

Precisamos decidir: continuaremos importando métricas prontas ou vamos desenvolver nossa própria inteligência esportiva?





LaBioCoM: Da Academia para o Campo

Polo de Inovação

O Laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LaBioCoM) da EEFERP-USP atua como um centro de excelência, rompendo o ciclo de dependência tecnológica e criando soluções aplicadas.

Missão Transdisciplinar

Nossa missão é transpor o rigor metodológico do laboratório para a beira do campo, aplicando o conhecimento científico diretamente no contexto esportivo.

Sinergia Essencial

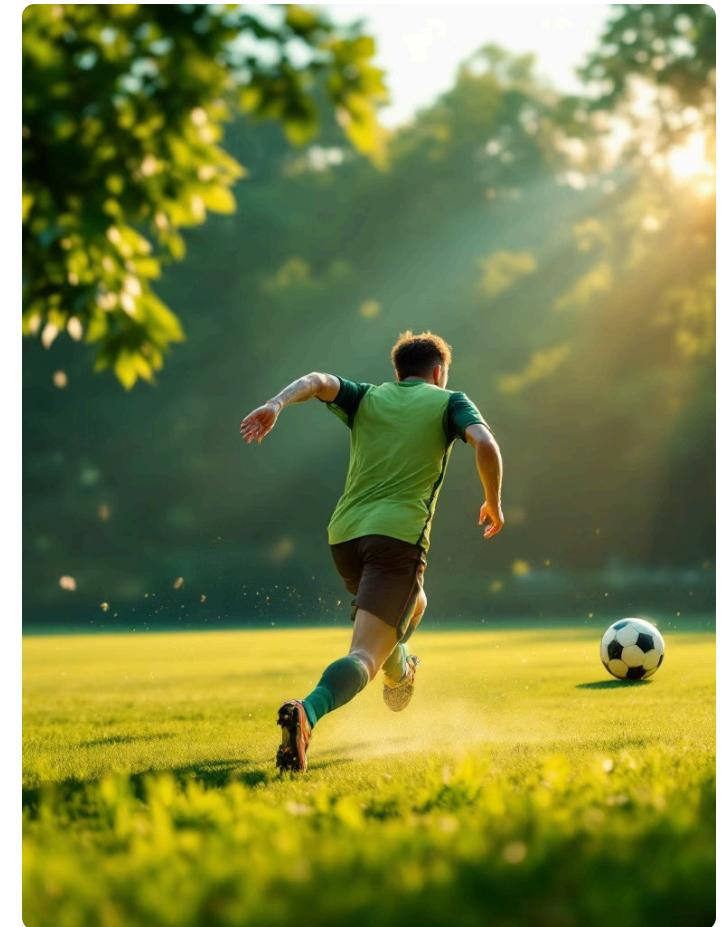
A colaboração entre Academia, Clubes Esportivos e Empresas de Base Tecnológica é fundamental para impulsionar a inovação e o desenvolvimento de soluções personalizadas.

O Paradigma Tradicional vs. Validade Ecológica



Padrão-Ouro (Laboratório)

- Captura optoeletrônica com marcadores, como o sistema Vicon.
- Oferece alta precisão, mas é restrito a um ambiente rigidamente controlado.
- É invasivo e inviável em situações reais de jogo ou treino, limitando sua aplicabilidade.



Demanda Ecológica (Campo)

- Avaliação direta durante o treino ou competição real, sem interrupções.
- Necessidade de respostas rápidas e açãoáveis para a equipe técnica.
- O grande desafio dos clubes: horas de vídeo armazenadas, mas pouca capacidade de extrair métricas biomecânicas relevantes e utilizáveis.



CAPÍTULO 2

O Arsenal Tecnológico: Visão Computacional e Deep Learning

Este capítulo mergulha nas tecnologias de ponta que estão revolucionando a análise de movimento no esporte. Abordaremos como as Redes Neurais Profundas viabilizaram a captura de movimento sem marcadores, democratizando o acesso a variáveis cinemáticas a partir de câmeras comuns. Exploraremos o uso do YOLO para detecção e rastreamento de atletas em tempo real, superando desafios como a oclusão em esportes coletivos. Em seguida, discutiremos a estimativa de pose com MediaPipe, que permite modelar o esqueleto 2D e 3D diretamente das imagens, possibilitando o cálculo de ângulos articulares e assimetrias. O objetivo é transformar imagens brutas em modelos biomecânicos açãoáveis.



A Revolução da Captura sem Marcadores

01

Redes Neurais Profundas

O avanço das Redes Neurais Profundas tornou a *Markerless Motion Capture* uma realidade, permitindo análises complexas sem sensores invasivos.

02

Democratização da Análise

A extração de variáveis cinemáticas agora é possível com câmeras RGB comuns, democratizando o acesso a dados de movimento de alta qualidade.

03

Calibragem e Precisão

Desafios como ruídos e a necessidade de calibrar a predição para movimentos esportivos complexos são superados com algoritmos avançados, garantindo a precisão dos dados.

Detecção e Rastreamento com YOLO

O algoritmo **YOLO** (**You Only Look Once**) é fundamental para a eficiência na identificação e rastreamento de múltiplos atletas em tempo real, mesmo em cenários dinâmicos de esportes coletivos.

- **Desafio da Oclusão:** Em esportes de equipe, a oclusão constante de atletas é um obstáculo significativo.
- **Associações Inteligentes:** O YOLO utiliza associações temporais e espaciais para manter a identidade de cada atleta ao longo do vídeo, mesmo quando eles se cruzam ou são parcialmente bloqueados.

