



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO**

VALÉRIA DOS SANTOS SILVA TORRES

**SISTEMA DE MONITORAMENTO EM TEMPO REAL DE
EXERCÍCIOS FÍSICOS UTILIZANDO YOLOV5**

**ARAGUATINS
2025**

VALÉRIA DOS SANTOS SILVA TORRES

**SISTEMA DE MONITORAMENTO EM TEMPO REAL DE
EXERCÍCIOS FÍSICOS UTILIZANDO YOLOV5**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Licenciatura em
Computação Campus Araguatins, do Instituto
Federal do Tocantins, como exigência à obtenção
do título de Licenciada em Computação.

Orientador: Dr. Ramásio Ferreira de Melo

ARAGUATINS
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

- T693s Torres, Valéria Dos Santos Silva
 Sistema de monitoramento em tempo real de exercícios físicos
 utilizando yolov5 / Valéria Dos Santos Silva Torres. – Araguatins, TO,
 2026.
 23 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Computação)
 – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins,
 Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2026.
- Orientador: Dr. Ramasio Ferreira de Melo
1. Visão computacional. 2. YOLOv5. 3. Inteligência Artificial. I.
 Melo, Ramasio Ferreira de. II. Título.

CDD 004

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO DO TRABALHO: SISTEMA DE MONITORAMENTO EM TEMPO REAL DE EXERCÍCIOS FÍSICOS UTILIZANDO YOLO V5

AUTOR: Valeria dos Santos Silva Torres

ORIENTADOR: Prof. Dr. :Ramasio Ferreira de Melo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Licenciatura em Computação.

Aprovado em 03 de dezembro de 2025.

Prof. Dr. :Ramasio Ferreira de Melo
Presidente da Banca

Prof. Esp. Alan Gomes Silva
Primeiro avaliador

Prof. M.e Rogério Pereira de Sousa
Segundo avaliador



Documento assinado eletronicamente por **Ramasio Ferreira de Melo, Coordenador**, em 10/03/2026, às 20:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ALAN GOMES SILVA, Servidor**, em 10/03/2026, às 20:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rogério Pereira de Sousa, Supervisor**, em 10/03/2026, às 20:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº](#)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ifto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3104762** e o código CRC **FB5C808D**.

Referência: Processo nº 23233.024439/2025-56

SEI nº 3104762

Dedico este trabalho a mim mesma, por não ter desistido, mesmo quando tudo parecia conspirar para a minha queda. Apesar do cansaço, das dificuldades e dos dias em que a força parecia acabar, eu continuei. Mas, acima de tudo, dedico a Deus, porque sem ele nada disso teria sido possível. Foi a Sua mão que me sustentou quando minhas próprias forças já não bastavam. Cada passo, cada superação e cada renúncia foram guiados por Ele. Reconheço, com humildade e gratidão, que não caminhei sozinha. Muitas pessoas estiveram ao meu lado, me apoiando, me acolhendo e me levantando quando eu mais precisei. A cada gesto, palavra e presença, encontrei motivos para continuar. Por isso, esta conquista não é só minha é nossa. E estamos todos de parabéns.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, que sempre foi o meu guia, a minha força e a luz que iluminou meus passos nos momentos mais desafiadores. Foi Ele quem colocou coragem onde havia medo, esperança onde existiam dúvidas e paz nos dias em que o cansaço parecia maior do que eu. Sem Deus, nada disso teria sido possível. À minha mãe, Valdirene, meu alicerce e meu exemplo de amor, coragem e perseverança. Cada gesto seu, cada palavra, cada cuidado e cada renúncia feita por mim me trouxeram até aqui. Ao meu padrasto, Josiano, agradeço pela presença, pelo apoio constante e por acreditar no meu potencial em todos os momentos.

Ao meu pai, Edem, e à minha madrasta, Eugilene, meu agradecimento mais profundo, vocês fizeram parte desta trajetória de um jeito que palavras quase não alcançam, nos momentos em que pensei que não conseguiria, encontrei em vocês carinho, incentivo e um acolhimento que acalmou o meu coração, a presença de vocês contribuiu de forma significativa para que esta conquista se tornasse possível.

Aos meus irmãos, que fazem parte da minha essência e que, com cada demonstração de companheirismo e amor, fizeram com que eu me sentisse acompanhada, mesmo quando o mundo parecia grande demais para enfrentar sozinha. Carrego cada um de vocês comigo em cada conquista, em cada passo e em cada vitória. Esta realização também é de vocês.

À minha família do Pará e do Tocantins, que mesmo distante fisicamente em muitos momentos, sempre esteve presente com palavras de força, carinho e orações que me sustentaram.

Aos meus professores(as), agradeço pelo conhecimento, pela paciência e pela dedicação que contribuíram para meu crescimento acadêmico e pessoal. Agradeço também ao meu orientador, pelos conselhos e pela confiança quando o caminho parecia difícil. Aos meus colegas de curso no geral, em especial Geane Ferreira e Raimunda de Araujo e aos meus amigos de fora dele, sou grata pela amizade, pelas conversas, pelo apoio e por tornarem essa jornada mais leve, motivadora e equilibrada.

Ao grupo LEIAA – Laboratório de Estudo de IA e Automação, deixo meu sincero agradecimento por ter proporcionado conhecimento e desenvolvimento

prático que ampliou minha visão sobre tecnologia e suas aplicações. As experiências vivenciadas no laboratório contribuíram diretamente para minha formação e para a construção deste trabalho.

Ao Instituto Federal do Tocantins (IFTO), que me proporcionou oportunidades únicas de aprendizagem, crescimento e vivências que levarei para a vida inteira. Meu agradecimento especial ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), que foi essencial para o meu amadurecimento acadêmico e para a construção do meu profissionalismo. Essa experiência marcou minha formação e muito disso devo ao professor Rogério, coordenador do programa e os meus supervisores, cuja dedicação, apoio e confiança foram fundamentais nessa trajetória. Por fim, agradeço a todas as pessoas que, de alguma maneira, contribuíram para esta conquista com palavras, gestos, apoio, carinho, orações ou simples presenças que fizeram diferença nos dias certos.

Este TCC é fruto de muitas mãos, muitos corações e muitas histórias que caminharam ao meu lado.

“Mesmo quando tudo ao redor parece desabar, o ser humano guarda dentro de si uma força invisível que o impulsiona a continuar. Em meio ao desespero, é essa força que o faz perceber que cada dor carrega em si a semente de um recomeço. A maneira como escolhemos enfrentar nossas dificuldades não apenas revela quem somos, mas também determina quem ainda podemos nos tornar.”

Viktor E. Frankl — Em busca de sentido, 1946.

RESUMO

Este estudo apresenta o desenvolvimento e a implementação de um sistema para monitorar exercícios físicos automaticamente e em tempo real, utilizando técnicas de visão computacional e inteligência artificial. A pesquisa emprega o modelo YOLOv5, uma rede neural convolucional reconhecida pela alta precisão e rapidez na detecção de objetos, características essenciais para aplicações dinâmicas que exigem respostas imediatas. O sistema foi desenvolvido em Python e integrado a uma interface gráfica construída em Tkinter, permitindo interação direta e acessível ao usuário. A ferramenta é capaz de reconhecer movimentos corporais, acompanhar a execução dos exercícios, contar repetições de forma automática e fornecer feedback visual instantâneo. Essas funcionalidades tornam a prática de exercícios mais eficiente e demonstram o potencial educacional da visão computacional em ambientes de ensino. O projeto foi concebido como uma solução de baixo custo e fácil utilização, possibilitando que escolas, estudantes e pesquisadores tenham acesso a recursos normalmente restritos a laboratórios especializados. Os resultados apontam que o protótipo apresenta desempenho satisfatório na detecção e no acompanhamento dos movimentos corporais, embora ainda esteja em fase de aprimoramento. Assim, o trabalho contribui para a área da educação tecnológica ao oferecer uma proposta funcional, compreensível e replicável, unindo teoria e prática na aplicação de algoritmos de visão computacional.

Palavras-chave: visão computacional; YOLOv5; redes neurais convolucionais; acompanhamento de exercícios; inteligência artificial; Python; Tkinter.

ABSTRACT

This study presents the development and implementation of a real-time automatic system for monitoring physical exercises using computer vision and artificial intelligence techniques. The research employs the YOLOv5 model, a convolutional neural network known for its high accuracy and speed in object detection, which is essential for dynamic applications that require immediate responses. The system was developed in Python and integrated into a graphical interface built with Tkinter, allowing users to interact easily with the available features. The tool is capable of recognizing body movements, tracking exercise execution, automatically counting repetitions, and providing instant visual feedback. These functionalities not only improve the user experience during physical activities but also highlight the educational potential of computer vision technologies. Designed as a low-cost and accessible solution, the project provides schools, students, and researchers with resources that are typically found only in specialized laboratories. The results indicate that the prototype performs satisfactorily in detecting and tracking movements, although it is still under development. Therefore, this work contributes to technological education by offering a functional, understandable, and replicable system that bridges theory and practice in computer vision applications.

Keywords: computer vision; YOLOv5; convolutional neural networks; exercise monitoring; artificial intelligence; Python; Tkinter.

LISTA DE SIGLAS

AI – Artificial Intelligence (Inteligência Artificial)

CPU – Central Processing Unit (Unidade Central de Processamento)

FPS – Frames Per Second (Quadros por Segundo)

GPU – Graphics Processing Unit (Unidade de Processamento Gráfico)

IA – Inteligência Artificial

IFTO – Instituto Federal do Tocantins

OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde

OMS – Organização Mundial da Saúde

PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

POSEXAU – Pose Estimation Auxiliar Study (nome citado como referência no trabalho)

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

WHO – World Health Organization (Organização Mundial da Saúde)

YOLO – You Only Look Once

YOLOv5 – You Only Look Once – Version 5

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	MATERIAIS E MÉTODOS	16
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
	REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

Segundo um relatório divulgado pela Organização Pan-Americana de Saúde, os casos de depressão grave aumentaram 35% e os transtornos de ansiedade subiram 32% durante a pandemia de COVID-19. Essa crise sanitária evidenciou a importância de cuidar do bem-estar físico e mental. Por isso, pessoas de diferentes faixas etárias e perfis passaram a praticar atividade física com maior regularidade, seja na academia, em espaços públicos ou até mesmo treinando em casa (OPAS, 2023).

A prática regular de exercícios físicos é amplamente reconhecida por seus benefícios, como a prevenção de doenças e a melhoria da qualidade de vida. O acompanhamento presencial por profissionais especializados é a forma mais segura de garantir a execução correta dos exercícios, porém nem sempre está disponível devido a barreiras financeiras ou logísticas (OMS, 2019; Nahas, 2017).

Observa-se também uma mudança cultural relacionada ao autocuidado e à adoção de um estilo de vida mais saudável. Entre os jovens, por exemplo, há uma crescente preocupação com estética, desempenho físico e prevenção de doenças; já entre adultos, destaca-se a procura por práticas que reduzam o sedentarismo e melhorem indicadores de saúde (Matsudo et al., 2012; WHO, 2020).

Nesse cenário a tecnologia tem desempenhado papel essencial no apoio às práticas de exercício físico. Softwares, aplicativos e ferramentas baseadas em inteligência artificial passaram a ser utilizados para monitoramento de movimentos, acompanhamento de desempenho e orientação durante treinos.

O avanço das tecnologias de visão computacional, aliado ao desenvolvimento de arquiteturas de aprendizado profundo, tem impulsionado soluções inovadoras em diversas áreas, incluindo saúde e bem-estar.

Este trabalho apresenta um sistema de monitoramento de exercícios físicos em tempo real, desenvolvido com base na arquitetura YOLOv5. O sistema proposto consiste em um protótipo funcional capaz de identificar movimentos corporais durante a execução de atividades físicas, reconhecer padrões de postura e realizar a contagem automática de repetições a partir do fluxo contínuo de vídeo.

Além dos recursos visuais, o sistema incorpora um módulo de comando de voz, permitindo que o usuário interaja com a aplicação por meio de instruções verbais,

como iniciar ou pausar a contagem, selecionar o tipo de exercício. Essa funcionalidade contribui para uma experiência mais acessível, dinâmica e prática, especialmente em situações em que o usuário está em movimento e não pode interagir diretamente com a interface gráfica.

Este trabalho busca responder à seguinte questão de pesquisa: é possível desenvolver um sistema baseado em visão computacional capaz de monitorar exercícios físicos em tempo real, fornecendo feedback confiável mesmo em condições adversas de iluminação e voz.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e quantitativa, cujo objetivo é o desenvolvimento e a análise de um sistema computacional para o monitoramento de exercícios físicos em tempo real.

O sistema foi desenvolvido em Python, utilizando a biblioteca PyTorch para implementação do modelo YOLOv5, reconhecido por seu desempenho eficiente em aplicações de detecção em tempo real. A escolha desse modelo justifica-se pela elevada precisão na identificação de padrões visuais e pela baixa latência na inferência, fatores indispensáveis para sistemas de monitoramento de exercícios físicos.

A interface gráfica foi construída em Tkinter, permitindo uma interação direta e intuitiva com o usuário, característica valorizada em aplicações educacionais e de baixo custo computacional.

A captura de vídeo foi realizada com webcam operando entre 15 e 20 FPS, inviabilizando atrasos perceptíveis na análise em tempo real. Cada frame capturado foi encaminhado ao modelo YOLOv5-Pose para obtenção dos keypoints corporais.

Conforme observado no estudo de Passos (2022), a análise de pose baseada em pontos-chave oferece uma representação consistente da postura humana, permitindo avaliações mais precisas da execução dos movimentos. Inspirado nesse mesmo estudo, o presente sistema aplica funções trigonométricas aos keypoints

identificados para calcular ângulos articulares, possibilitando determinar momentos de início, meio e fim das repetições.

O modelo foi ajustado por meio de fine-tuning, utilizando-se aproximadamente 1.200 imagens anotadas manualmente, contemplando diferentes condições de iluminação e variações estruturais dos usuários. Essa etapa foi essencial para otimizar o desempenho em cenários reais, dado que, como aponta Passos (2022), os fatores como iluminação inadequada, posição lateral e a ocultação parcial de membros podem comprometer a detecção de articulações.

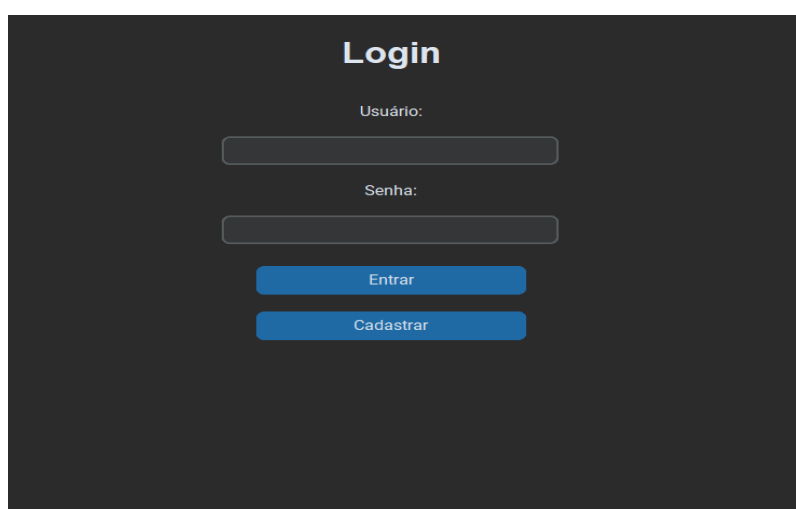
Os testes experimentais foram realizados utilizando um processador Intel Core i5, 8 GB de RAM e GPU NVIDIA GTX 1650, garantindo estabilidade durante o processamento em tempo real. A interface apresentou funcionalidades como seleção do exercício, visualização da contagem automática e feedback visual contínuo.

Os ensaios práticos envolveram voluntários em ambientes com iluminação natural e artificial, permitindo avaliar o impacto de condições externas na acurácia do sistema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O aplicativo emprega uma arquitetura baseada em visão computacional, utilizando a biblioteca Pose para detectar e analisar os movimentos corporais em tempo real por meio da câmera do computador (Figura 1).

Figura 1- Tela de login e confirmação de cadastro de novo usuário no sistema



Fonte: Autor 2025

Ela apresenta a tela de Login do sistema, responsável por permitir o acesso dos usuários às funcionalidades principais. No centro da interface, há um card com design clean e bordas arredondadas que reúne todos os elementos necessários para autenticação. O título Login aparece em destaque, seguido dos campos Usuário e Senha, organizados de forma clara e intuitiva.

Na parte inferior, os botões Entrar e Cadastrar são exibidos com cores contrastantes, facilitando a identificação das ações. O primeiro realiza a validação das credenciais, enquanto o segundo direciona para o formulário de criação de conta. A escolha por uma paleta escura com detalhes em azul reforça a legibilidade e a modernidade da interface, mantendo foco nos elementos essenciais e proporcionando uma navegação simples e direta.

Durante a execução, o sistema realiza a contagem automática das repetições com base no reconhecimento das posturas corretas, Figura 2).

Figura 2 – Interface principal do sistema durante execução do exercício (contagem de repetições).



Fonte: Autor 2025

Após o cadastro, o sistema reconhece automaticamente o usuário no momento do login, preenchendo seu nome na interface e garantindo que todas as ações e registros sejam vinculados corretamente ao seu perfil.

Além disso, a interface integra um módulo de reconhecimento de voz, permitindo que o usuário controle funções como iniciar, parar ou alterar o tipo de exercício sem a necessidade de toque manual. Comandos como iniciar, parar, agachamento ou flexão são interpretados pelo sistema, proporcionando maior fluidez durante a prática e acessibilidade durante os treinos.

No centro da interface, o vídeo capturado pela webcam exibe a detecção corporal em tempo real, utilizando pontos de referência e conexões que formam o esqueleto virtual gerado pela rede neural. Essa modelagem permite identificar a postura do usuário e acompanhar o deslocamento das articulações com precisão.

Com base nesses dados, o sistema analisa o padrão de movimento e realiza a contagem automática, registrando somente quando o movimento é executado corretamente, garantindo maior confiabilidade nos resultados.

Ao final da sessão, o aplicativo gera um relatório detalhado exibido na interface, contendo informações como horário de início, número total de repetições realizadas e duração do exercício (Figura 3).

Figura 3 – A apresenta a interface do sistema, exibindo o histórico de exercícios, incluindo nome do usuário, data, horário e quantidade de repetições.



Fonte: Autor 2025

Esses dados são gerados e armazenados automaticamente ao término de cada sessão, permitindo o acompanhamento longitudinal do desempenho e a análise da evolução motora ao longo do tempo.

Essa funcionalidade contribui para a construção de um registro estruturado e confiável, possibilitando que o usuário, bem como pesquisadores ou profissionais da área da saúde, frequência de treinos e melhorias progressivas resultantes da prática monitorada.

O sistema mostrou eficácia na contagem automática de repetições e análise postural. Entretanto, em ambientes de baixa iluminação ocorreram falhas na detecção das articulações, influenciando a precisão do reconhecimento. Também foram observadas limitações em comandos de voz pouco nítidos. Nesse sentido, “a inteligência artificial tem se mostrado fundamental para o avanço das práticas em saúde, permitindo análises rápidas, monitoramento contínuo e maior precisão em processos que antes dependiam exclusivamente da ação humana” (OLIVEIRA; COSTA, 2022, p. 37).

Além disso, pesquisas apontam que soluções digitais aplicadas ao acompanhamento de atividades físicas desempenham um papel significativo na promoção do bem-estar. Para Souza e Lima (2020), o uso de aplicativos e sistemas de monitoramento auxilia diretamente na consolidação de comportamentos saudáveis, contribuindo tanto para a prevenção de problemas de saúde quanto para o incentivo à prática habitual de atividades físicas. Essa perspectiva reforça o potencial do presente sistema como ferramenta facilitadora na construção de rotinas mais saudáveis.

A principal limitação identificada foi a sensibilidade à iluminação, sendo sugeridas estratégias de mitigação como pré-processamento da imagem e algoritmos de normalização de brilho. Comparando com trabalhos correlatos, como Cordova et al. (2023), observa-se que este protótipo obteve desempenho semelhante em termos de robustez, mas apresenta maior acessibilidade devido à simplicidade do hardware utilizado.

De modo geral, os resultados obtidos confirmam a viabilidade técnica e prática do sistema proposto, indicando que é possível desenvolver, com recursos acessíveis, uma solução de monitoramento inteligente capaz de reconhecer e avaliar exercícios físicos em tempo real, promovendo ao mesmo tempo inovação tecnológica e aprendizado aplicado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de exercícios físicos em tempo real fundamentado na arquitetura YOLOv5, evidenciando o potencial dessa tecnologia para aplicações práticas no contexto da saúde e da atividade física. Os resultados obtidos demonstraram que o modelo alcança desempenho consistente em ambientes controlados, confirmando de maneira significativa a hipótese inicial de que seria possível fornecer ao usuário um feedback imediato, preciso e automatizado.

Apesar dos avanços observados, algumas limitações foram identificadas ao longo do desenvolvimento, especialmente no que se refere às variações de iluminação e à heterogeneidade do ambiente de captura. Esses fatores interferem diretamente na estabilidade da detecção corporal, uma vez que a arquitetura YOLOv5 é sensível a mudanças bruscas de luminosidade, sombras e contrastes.

Essas restrições reforçam a necessidade de aprimoramentos no treinamento do modelo e na ampliação da diversidade dos dados utilizados. Assim, como perspectivas futuras, recomenda-se a expansão da base de imagens para o treinamento, incorporando um maior número de usuários, diferentes biotipos, variações de ângulos e condições luminosas. Técnicas de data augmentation também podem ser aplicadas para aumentar a robustez do modelo.

Além disso, propõe-se a integração de sensores complementares, como acelerômetros ou dispositivos vestíveis, visando melhorar a precisão e oferecer um monitoramento multimodal. Sugere-se igualmente a avaliação da aplicabilidade do sistema em contextos práticos, como aulas de educação física, ambientes de fisioterapia e programas de treinamento personalizados, ampliando o potencial pedagógico e funcional da solução.

Dessa forma, conclui-se que o projeto apresenta potencial significativo para evoluir como ferramenta tecnológica acessível, educativa e eficiente, contribuindo para a aproximação entre inteligência artificial e práticas de promoção da saúde.

REFERÊNCIAS

APPLE INC. Speech Recognition API Documentation. Disponível em: <https://developer.apple.com/documentation/speech>. Acesso em: 10 ago. 2025.

CAO, Z.; SIMON, T.; WEI, S.; SHEIKH, Y. OpenPose: realtime multi-person 2D pose estimation using part affinity fields. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, v. 43, n. 1, p. 172–186, 2021.

CÓRDOVA, J. et al. Real-time human pose estimation using convolutional neural networks. *Journal of Computer Vision*, v. 128, n. 3, p. 456–470, 2023.

GAZETA DIGITAL. Após a pandemia, esportes registraram aumento no número de praticantes. Disponível em: <https://gazetadigital.com.br/editorias/cidades/apos-a-pandemia-esportes-registraram-aumento-no-numero-de-praticantes/77868>. Acesso em: 10 nov. 2025.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. Deep learning. Cambridge: MIT Press, 2016.

GOOGLE. MediaPipe Pose. Disponível em: <https://mediapipe.dev/>. Acesso em: 10 ago. 2025.

OLIVEIRA, M.; COSTA, R. A inteligência artificial aplicada à saúde: avanços, desafios e perspectivas. São Paulo: Editora TechScience, 2022.

PASSOS, Lucas Lauck dos. POSEXAU: ferramenta para auxiliar na postura durante a prática de exercício físico. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — Instituto Federal do Tocantins (IFTO), Campus _____, 2022.

SOUZA, L.; LIMA, A. Tecnologias interativas e promoção da saúde: impactos de aplicativos de monitoramento físico. *Rio de Janeiro: Editora Saúde Digital*, 2020.

SZEGEDY, C. et al. Inception-v4, inception-resnet and the impact of residual connections on learning. In: **Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence**. 2017.

