

## Protótipo de Ferramenta para o Auxílio de Exercícios Fisioterapêuticos

Enzo Guarnieri<sup>1</sup>, Mário Olímpio de Menezes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Computação e Informática - FCI Universidade  
Presbiteriana Mackenzie São Paulo, SP, Brasil

enzo.guarnieri@mackenzista.com.br, mario.menezes@mackenzie.br

**Resumo.** Lesões podem ser causadas por diversas razões, desde acidentes até condições médicas. Elas podem causar dor significativa, desconforto e podem dificultar o dia-a-dia dos pacientes em suas atividades rotineiras. Em tais casos, o tratamento com fisioterapia pode ser uma maneira efetiva de lidar com esses sintomas e de adquirir funcionalidade física completa. Em alguns casos, a prática de exercícios específicos de fisioterapia pode se estender por longos períodos, e após o início em uma clínica especializada, deve ser realizada pelo paciente em sua residência ou outro local de sua escolha, como academia, etc. Nesta situação, a ausência do profissional fisioterapeuta pode acarretar a execução errada dos movimentos, comprometendo sua eficácia e até se tornar prejudicial ao paciente. Neste trabalho apresentamos a proposta de uma ferramenta que auxilie o paciente na prática dos exercícios de fisioterapia prescritos pelo profissional em sua residência, utilizando visão computacional e inteligência artificial (aprendizado de máquina), de modo que a execução seja correta e traga benefícios ao paciente. Os resultados iniciais incluem a captura de pontos-chaves no movimento do paciente, que serão utilizados para o treinamento de um modelo de Machine Learning para indicação de possíveis erros na realização dos exercícios.

**Palavras-chave:** Fisioterapia; Reabilitação; Visão Computacional; Aprendizado de Máquina

**Abstract.** Injuries can be caused by a variety of reasons, from accidents to medical conditions. They can cause significant pain, discomfort, and make it difficult for patients to carry out their daily activities. In these cases, physiotherapy treatment can be an effective way to deal with these symptoms and regain full physical functionality. In some cases, the practice of specific physiotherapy exercises can last for long periods, and after starting in a specialized clinic, they must be performed by the patient at home or in another place of their choice, such as a gym, etc. The absence of a physiotherapist can result in incorrect execution of the movements, compromising their effectiveness and even becoming harmful to the patient. In this work, we present the proposal of a tool that assists the patient in practicing the physiotherapy exercises prescribed by the professional at home, using computer vision and artificial intelligence (machine learning), so that the execution is correct and brings benefits to the patient. Initial results include the capture of key points in the patient's movement, which will be used to train a Machine Learning model to indicate possible errors in performing the exercises.

**Keywords:** Physiotherapy; Rehabilitation; Computer Vision, Machine Learning

**Nome do projeto:** Explorações de técnicas e tecnologias de Inteligência Artificial, Ciência de Dados e Aprendizado de Máquina em domínios de interesse.

### 1. CONTEXTO E MOTIVAÇÃO

Lesões são mudanças anormais nos tecidos do corpo, advindas de injúrias ou doenças. Podem afetar quaisquer partes do corpo. Por exemplo, pacientes com lesões na coluna podem experimentar dificuldades no caminhar, para se inclinar ou levantar objetos. Pacientes com lesões musculoesqueléticas podem experimentar dor, rigidez e redução de amplitude de movimento. O tratamento fisioterápico atua no processo de recuperação de lesões musculares, posturais, fortalecimento muscular após eventos debilitadoras, como cirurgias, imobilizações prolongadas, etc. A fisioterapia também envolve a educação dos pacientes acerca de sua condição e também

equipando-os com ferramentas e estratégias para gerenciar os sintomas. Muitas vezes, o tratamento é iniciado em clínicas especializadas e depois o paciente continua a prática de alguns exercícios em seu domicílio ou outro local que não a clínica, de modo que já não conta com a presença do profissional.

O problema que esse projeto busca amenizar é a adesão ao exercício domiciliar na reabilitação, no contexto da fisioterapia e especialmente, sua execução correta. Segundo estimativas a taxa de não adesão pode chegar até 50% dos pacientes, o que pode ocasionar em um efeito prejudicial nos resultados clínicos. Entre os principais motivos para a não adesão está a percepção de barreiras do paciente, que muitas vezes acaba não aderindo de maneira satisfatória por motivos de se esquecer de fazer os exercícios, não ter tempo, além de falta de motivação (1).

### 1.1 Objetivo

O objetivo desse projeto será a produção de um protótipo de uma ferramenta que empregue visão computacional para o auxílio em exercícios de reabilitação com fisioterapia, visando a execução correta dos exercícios recomendados.

Pensando nisso foram propostos os seguintes objetivos específicos: 1º OE: Criação do banco de dados e de vídeos que serão usados para treinamento inicial e sistemas de suporte; 2º OE: Analisar, e posteriormente eleger, possíveis ferramentas/bibliotecas para o desenvolvimento do recurso de análise de movimento, de maneira que consiga dar feedback se o movimento está correto e como corrigi-lo; 3º OE: Criação de métricas quantitativas que avaliem o quão bem o exercício foi feito em relação à velocidade, e movimento esperado e desenvolver algum método para o acesso remoto a essas informações, e aperfeiçoar tudo o que foi feito anteriormente. Serão escolhidos entre dois e três exercícios específicos para o desenvolvimento do trabalho.

## 2. ATIVIDADES PRINCIPAIS

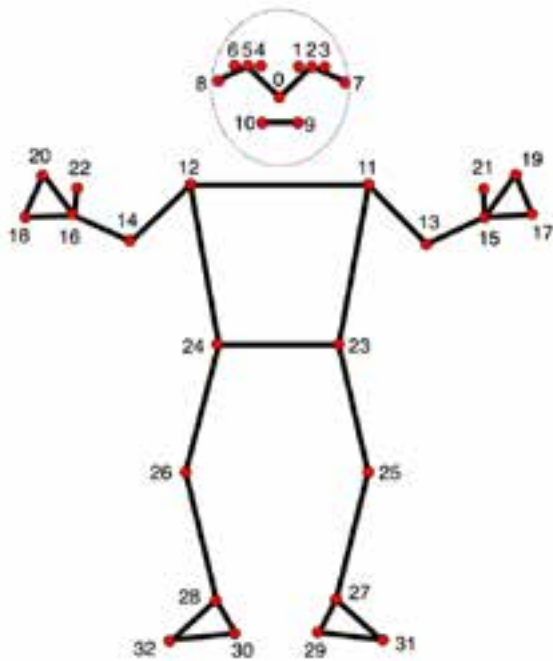
A primeira atividade desenvolvida no projeto foi a busca e identificação de datasets públicos que pudessem ser utilizados para o projeto; essa busca não deu resultado (será necessário aperfeiçoar os critérios de busca). Outra atividade realizada inicialmente foi a identificação de uma ferramenta (biblioteca) para a identificação de pose utilizando visão computacional. A primeira ferramenta identificada foi a OpenPose (2), e a outra foi a MediaPipe, do Google (3,4); a ferramenta MediaPipe foi escolhida em função da facilidade de uso e integração em protótipos de software mobile. Com essa ferramenta identificada, e após a primeiras avaliações, decidimos que ela seria utilizada no projeto.

## 3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO (METODOLOGIA E RESULTADOS)

Tendo em vista que não foram ainda identificados datasets públicos para uso no projeto, o próprio autor (aluno) foi utilizado nas gravações de vídeos para serem utilizados no desenvolvimento do trabalho. A ferramenta escolhida, o MediaPipe, recebe um frame e devolve um conjunto de pontos específicos identificados no corpo humano em três dimensões (X,Y,Z). A Figura 1 apresenta os pontos identificados pelo MediaPipe, 32 pontos ao todo.

**Figura 1** – (A) Todos os pontos Identificados pelo MediaPipe; (B) Identificação dos Pontos no Paciente

Com os pontos identificados será desenvolvido um modelo de Machine Learning que indicará se os movimentos estão sendo executados corretamente, além de outras análises para o paciente e para o profissional (fisioterapeuta ou médico).



(A)



(B)

#### 4. DESAFIOS E APRENDIZADOS

O desenvolvimento do trabalho tem proporcionado uma rica experiência de aprendizado das ferramentas de visão computacional e de machine learning, além das sugestões dos profissionais da área de fisioterapia que estão sendo intensificadas nesta fase final do trabalho.

#### 5. REFERÊNCIAS

1. Argent R, Daly A, Caulfield B. Patient Involvement With Home-Based Exercise Programs: Can Connected Health Interventions Influence Adherence? *JMIR MHealth UHealth*. 1o de março de 2018;6(3):e8518.
2. Cao Z, Martinez GH, Simon T, Wei S, Sheikh YA. OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell*. 2019;
3. Lugaresi C, Tang J, Nash H, McClanahan C, Uboweja E, Hays M, et al. arXiv.org. 2019 [citado 8 de maio de 2024]. MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1906.08172v1>
4. Kim JW, Choi JY, Ha EJ, Choi JH. Human Pose Estimation Using MediaPipe Pose and Optimization Method Based on a Humanoid Model. *Appl Sci*. janeiro de 2023;13(4):2700.