

WEARABLE TECHNOLOGY: OS PRINCIPAIS DESAFIOS, AS SOLUÇÕES ATUAIS E O CAMINHO FUTURO

Vítor Miguel Santos¹, Beatriz B. Gomes^{1,2}, Maria Augusta Neto¹ Ana Martins Amaro¹

¹ Universidade de Coimbra, Centro de Engenharia Mecânica, Materiais e Processos (CEMMPRE-ARISE),
Departamento de Engenharia Mecânica, 3040-248 Coimbra, Portugal

² Universidade de Coimbra, Centro de Investigação em Desporto e Atividade Física (CIDAF), Faculdade de
Ciências do Desporto e Educação Física, 3040-248 Coimbra, Portugal

vmfsantos@student.dem.uc.pt; beatrizgomes@fcdef.uc.pt; augusta.neto@dem.uc.pt; ana.amaro@dem.uc.pt

PALAVRAS-CHAVE: *Wearable Technology*; Sensores, Biomecânica, Performance, Saúde.

1 INTRODUÇÃO

É seguro afirmar que a *Wearable Technology* (WT) exige uma interligação entre diversas áreas de conhecimento, como a biomecânica, a ciência de dados, a ciência do desporto, entre outras. Estes dispositivos com a devida tecnologia integrada são extremamente valiosos para pessoas em processo de reabilitação, ao proporcionar a recolha de informações úteis para atividades de natureza mais terapêutica [1, 2]. A aplicação desta tecnologia na área da saúde pode possibilitar o acompanhamento de doenças como a diabetes, como também permitir a análise dos padrões de marcha de indivíduos com distúrbios físicos [1, 3]. No desporto, estes equipamentos são amplamente utilizados em atividades que envolvem tarefas como corridas e saltos, com o objetivo principal de otimizar métricas de desempenho individuais, como a velocidade, o equilíbrio e a força [4].

Com o “surgimento” da Inteligência Artificial e a descoberta da sua aplicabilidade em diversos campos, com o aumento da variedade de sensores integráveis em WT e os diferentes tipos de materiais de fabricação, naturalmente surgem desafios na identificação dos mais fiáveis e úteis para aplicações específicas. Por isso, é necessário e urgente explorar diferentes tipos de combinações de materiais e modelos de hardware e software na construção deste tipo de equipamentos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para esta investigação foi realizada uma procura nas bases de dados PubMed, Scopus e Web of Science, sem restrições quanto ao ano de publicação. Utilizando as palavras-chave “*Wearable Technology*”, “Sensores”, “Biomecânica”, “Performance” e “Saúde”, selecionaram-se artigos de pesquisa, revisões e revisões sistemáticas, excluindo outros tipos de documentos, para garantir alta relevância e qualidade científica. A pesquisa foi conduzida com filtragem manual para remover duplicados e a seleção final considerou estudos cujo título e resumo estavam alinhados aos objetivos do trabalho. Embora a escolha de três bases de dados represente uma limitação potencial, essa abordagem foi adotada para garantir rigor científico e uma base sólida para uma análise crítica do estado atual e das tendências futuras da tecnologia dos *Wearables*.

3 DISCUSSÃO

Inicialmente é importante mencionar que ainda não existe consenso sobre o tipo de sensores a serem utilizados, bem como da posição dos mesmos para cada aplicação. Uma das problemáticas é, também, a quantidade e qualidade dos dados disponíveis, pois estes ainda são limitados e pouco

diversos [5]. A WT ainda enfrenta diversos desafios, incluindo a necessidade de validação em relação aos padrões e métodos laboratoriais, os custos elevados e a integração com outros dispositivos. A validação dos equipamentos disponíveis no mercado também é fundamental para garantir a conformidade com os padrões da indústria, sendo necessário desenvolver técnicas de teste padronizadas e realizar estudos comparativos com equipamentos convencionais.

Para promover um maior desenvolvimento e uma adoção mais ampla da WT, é necessário explorar métodos de produção em massa e materiais mais acessíveis, sem comprometer o funcionamento e qualidade dos mesmos. Além disso, a integração de técnicas de inteligência artificial, como o *machine learning*, pode aumentar a precisão e as capacidades preditivas dos dispositivos, ajudando a identificar padrões e anomalias em tempo-real. A criação de repositórios centralizados de dados e a padronização das técnicas de recolha permitirão obter resultados mais fidedignos. A falta de estudos de validação em contextos reais e a integração insuficiente com outros dispositivos vestíveis destacam a necessidade de investigações de longo prazo para avaliar o desempenho da WT em ambientes diversos. Por fim, é igualmente fundamental garantir a privacidade e segurança dos dados, definindo políticas claras de partilha e consentimento [6].

4 CONCLUSÃO

O impacto da WT no desporto e na reabilitação traduz-se em avanços significativos na utilização da biomecânica para a melhoria do desempenho humano, assim como na análise mais profunda e precisa dos fatores de risco.

Investigações futuras devem incidir no desenvolvimento de dispositivos mais leves e ergonómicos, que mantenham a precisão dos dados biomecânicos sem comprometer a mobilidade e o conforto dos utilizadores. Adicionalmente, o desenvolvimento e integração de inteligência artificial e de técnicas de *machine learning* pode permitir uma análise mais precisa na predição de lesões e na adaptação de planos de treino e reabilitação.

Em síntese, as WT apresentam um potencial considerável para maximizar e valorizar o papel da biomecânica aplicada ao desporto e à reabilitação, oferecendo novas capacidades para a monitorização do desempenho e um acompanhamento em tempo real dos dados de pessoas com distúrbios e doenças.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FCT — Fundação para a Ciência e Tecnologia, no âmbito do projeto UIDB/00285/2020, LA/P/0112/2020, e UIDP/04213/2020.

REFERÊNCIAS

- [1] Yang, L.; Amin, O.; Shihada, B. Intelligent Wearable Systems: Opportunities and Challenges in Health and Sports. *ACM Comput. Surv.* 2024, 56, 1–42.
- [2] McDevitt, S.; Hernandez, H.; Hicks, J.; Lowell, R.; Bentahaikt, H.; Burch, R.; Ball, J.; Chander, H.; Freeman, C.; Taylor, C.; et al. Wearables for Biomechanical Performance Optimization and Risk Assessment in Industrial and Sports Applications. *Bioengineering* 2022, 9, 33.
- [3] Chatzaki, C.; Skaramagkas, V.; Tachos, N.; Christodoulakis, G.; Maniadi, E.; Kefalopoulou, Z.; Fotiadis, D.I.; Tsiknakis, M. The Smart-Insole Dataset Gait Analysis Using Wearable Sensors with a Focus on Elderly and Parkinson's Patients. *Sensors* 2021, 21, 2821.
- [4] Sanseverino, G.; Krumm, D.; Kilian, W.; Odenwald, S. Estimation of hike events and temporal parameters with body-attached sensors. *Sports Eng.* 2023, 26, 18.
- [5] Chen, J.; Dai, Y.; Grimaldi, N.S.; Lin, J.; Hu, B.; Wu, Y.; Gao, S. Plantar Pressure-Based Insole Gait Monitoring Techniques for Diseases Monitoring and Analysis: A Review. *Adv. Mater. Technol.* 2022, 7, 2100566.
- [6] Seçkin, A.; Ate.s, B.; Seçkin, M. Review on Wearable Technology in Sports: Concepts, Challenges and Opportunities. *Appl. Sci.* 2023, 13, 10399.