



Comentário

Commentary



## A nova era do atleta tático: utilização das tecnologias vestíveis no desempenho operacional

### *The New Era of the Tactical Athlete: Using Wearable Technologies in Operational Performance*

Danielli Braga de Mello, Doutora<sup>1,2</sup>

Recebido em: 23 de fevereiro de 2025. Aceito em: 24 de março de 2025.

Publicado online em: 30 de maio de 2025.

DOI: 10.37310/ref.v94i1.3049

#### Resumo

**Introdução:** As tecnologias vestíveis vêm transformando o cenário do desempenho humano, especialmente no contexto dos atletas táticos — profissionais como militares, policiais e bombeiros. Esse tipo de tecnologia inclui dispositivos eletrônicos que podem ser incorporados ao corpo ou às vestimentas, e permitem o monitoramento contínuo de parâmetros fisiológicos essenciais à saúde e ao desempenho humano.

**Objetivo:** Identificar tecnologias vestíveis que podem ser utilizadas para otimizar o desempenho operacional de atletas táticos.

**Conclusão:** Identificadas algumas das tecnologias vestíveis, discutiu-se a relevância de seu emprego no planejamento do treinamento do atleta tático com vistas ao aprimoramento do desempenho operacional do militar. Dispositivos como *smartwatches*, sensores de: movimento (acelerômetros), atividade muscular (eletromiografia: EMG), temperatura e glicose permitem controle em tempo real de parâmetros críticos e inovações como óculos, anéis, roupas e calçados inteligentes complementam esse ecossistema tecnológico, com dados estratégicos e suporte à tomada de decisões. Assim, essas ferramentas se consolidam como aliadas fundamentais na segurança, eficiência e preparação dos profissionais que atuam em contextos operacionais de alta exigência.

#### Pontos Chave

- Tecnologias vestíveis vêm transformando o cenário do desempenho humano.
- Esse tipo de tecnologia inclui dispositivos eletrônicos que podem ser incorporados ao corpo ou às vestimentas.
- Tecnologias vestíveis permitem o monitoramento contínuo de parâmetros fisiológicos essenciais à promoção da saúde e otimização do desempenho humano.

**Palavras-chave:** desempenho físico, desempenho profissional, tecnologia sem-fio, operacionalidade, militares.

#### Abstract

**Introduction:** Wearable technologies have transformed the human performance scenario especially in the context of tactical athletes — professionals such as the military, police and firefighters. Such technologies include electronic devices that can be used directly on the body or incorporated into clothing,

<sup>§</sup> Autor correspondente: Danielli Braga de Mello – ORCID: 0000-0003-3609-0004; e-mail: [danielli.mello@gmail.com](mailto:danielli.mello@gmail.com)

Afiliações: <sup>1</sup>Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx), Rio de Janeiro - RJ, Brasil; <sup>2</sup>Pós-graduação Stricto Sensu em Desempenho Humano e Operacional da Universidade da Força Aérea (PPGDHO, UNIFA) Rio de Janeiro - RJ, Brasil).

which allows the continuous monitoring of physiological parameters essential to human health and performance.

**Objective:** Identify wearable technologies that can be utilized to optimize the operational performance of tactical athletes.

**Conclusion:** After identifying wearable technologies, one can observe high relevance of their use for tactical athlete training planning. It was discussed here with a view to improving the operational performance of military personnel. Devices such as smartwatches, motion sensors (accelerometers), muscle activity (electromyography: EMG), temperature, and glucose allow real-time control of critical parameters. Furthermore, innovations such as smart glasses, rings, clothing, and footwear complement this technological ecosystem with strategic data and decision-making support. Thus, those tools are consolidated as fundamental allies for safety, efficiency and preparation of professionals who work in high-demand operational contexts.

#### **Key Points**

- *Wearable technologies are transforming the landscape of human performance.*
- *This type of technology includes electronic devices that can be incorporated into the body or clothing.*
- *Wearable technologies allow continuous monitoring of physiological parameters essential to health promotion and optimization of human performance.*

**Keywords:** physical performance, professional performance, wireless technology, operability, military personnel.

## **A nova era do atleta tático: utilização das tecnologias vestíveis no desempenho operacional**

Nos últimos anos, temos testemunhado um crescimento significativo no desenvolvimento e na adoção de *wearable technologies*, ou “tecnologias vestíveis” em português. O termo refere-se a dispositivos eletrônicos e computacionais que podem ser usados como diretamente no corpo, como acessórios ou incorporados em roupas do usuário. Estes dispositivos são projetados de forma anatômica e, geralmente, são sensores equipados com processadores, memória e interfaces de comunicação(1). Apresentam-se na forma de relógios inteligentes e de micro sensores incorporados em roupas específicas, entre outros, e desempenham um papel revolucionário em diversas áreas, incluindo a militar.

A melhoria do desempenho operacional em militares é uma busca constante em todo o mundo. Nesse contexto, mais recentemente, surgiu o conceito de atleta tático, que se refere ao profissional das forças armadas ou da

segurança pública cuja atividade exige elevados níveis de aptidão física, resistência fisiológica e capacidade de desempenho sob condições extremas. O monitoramento contínuo desses atletas por meio de tecnologias vestíveis tornou-se crucial para a eficácia e segurança das atividades militares. Esses dispositivos possibilitam o rastreamento em tempo real de dados como: frequência cardíaca, níveis de oxigênio no sangue, temperatura corporal, distância percorrida, nível de estresse, entre outros, permitindo intervenções rápidas, prevenção de riscos e otimização do desempenho operacional(2). Essas informações, transmitidas durante as operações, possibilitam que os comandantes acompanhem o desempenho individual e coletivo, viabilizando adaptações estratégicas, ajustes táticos e um gerenciamento mais eficiente de equipes e recursos, com o objetivo de otimizar a eficácia operacional e reduzir riscos, contribuindo diretamente para o sucesso da missão.

Assim, este estudo teve como objetivo identificar algumas tecnologias vestíveis e

discutir a relevância de sua utilização com vistas à otimização do desempenho operacional dos atletas táticos.

## Desenvolvimento

A inovação tecnológica está presente no nosso dia a dia por meio de algoritmos em sistemas computacionais, aplicativos (*apps*), sensores, equipamentos e acessórios para atividades das mais diversas, e influenciam diretamente o desempenho humano, incluindo resultados esportivos.

As tecnologias vestíveis são dispositivos tecnológicos, usados no dia a dia como acessórios aos equipamentos tradicionais, que visam monitorar informações fisiológicas essenciais para saúde e desempenho humano. Normalmente, são usados como peças de roupas ou acessórios, como por exemplo: relógios inteligentes (*smartwatches*), óculos, sensores de pulso (*smartbands*), sensores de temperatura corporal, de movimento, entre outros(3,4).

A seguir são apresentadas algumas dessas tecnologias vestíveis que podem ser utilizadas pelo atleta tático(1-5).

### *Relógios ou pulseiras inteligentes (smartwatches/smartbands)*

Relógios ou pulseiras inteligentes (*smartwatches/smartbands*) são sensores fixados no pulso que monitoram frequência cardíaca, variabilidade da frequência cardíaca, frequência respiratória, saturação de oxigênio, qualidade de sono, ciclo menstrual e outras informações fisiológicas.

### Aplicações práticas

O monitoramento contínuo da frequência cardíaca e variabilidade da FC durante operações táticas, permitindo identificar níveis críticos de estresse fisiológico e ajustar a atividade de esforço em tempo real.

### *Sensores de Movimento*

Sensores de movimento são dispositivos pequenos e leves que podem ser incorporados a roupas, acessórios ou diretamente na pele dos atletas, para monitorar a biomecânica dos movimentos. Esses sensores geralmente incluem acelerômetros, giroscópios e magnetômetros que capturam dados sobre a velocidade, aceleração, ângulos articulares e orientação espacial do corpo.

### Aplicações práticas

Os sensores de movimento permitem análise da biomecânica durante deslocamentos em terrenos irregulares ou combates simulados, com correção técnica do movimento para prevenir lesões e aumentar a eficiência motora necessária à realização da tarefa.

### *Sensores de eletromiografia (EMG)*

Sensores de eletromiografia (EMG) são utilizados para monitorar a atividade muscular em tempo real ao detectar e registrar os sinais elétricos gerados pelos músculos durante a sua contração. Esses sensores são usados principalmente para avaliar a função muscular, otimizar o treinamento e prevenir lesões. Esses dados detalhados e precisos sobre a atividade muscular permite ajustes imediatos na técnica e na carga de trabalho durante a atividade operacional.

### Aplicações práticas

Avaliação da fadiga muscular em tempo real durante simulações de combate ou evacuação de feridos, permitindo identificar a necessidade de pausas estratégicas e/ou de redistribuição de cargas na equipe.

### *Sensores de temperatura corporal*

Sensores de temperatura corporal são sensores integrados ao celular ou relógio inteligente com monitoramento em tempo real a fim de prevenir as doenças e o colapso pelo calor (5). Existem dois tipos de sensores:

#### ➤ *Sensores de temperatura da pele*

Sensores de temperatura da pele, geralmente, são colocados na superfície da pele e medem a temperatura externa do corpo (termístores<sup>1</sup> ou sensores

---

#### Nota do Editor:

<sup>1</sup>Termístores: são resistores termicamente sensíveis; sua resistência elétrica muda com a temperatura(5).

infravermelhos para captar a temperatura).

- **Sensores de temperatura central**  
Sensores de temperatura central medem a temperatura interna do corpo, sendo um indicador mais preciso do estado térmico geral. Esses sensores podem ser ingeridos (pílulas de temperatura) ou aplicados em locais específicos do corpo para obter medições mais precisas.

### **Aplicações práticas**

O monitoramento da temperatura corporal possibilita a prevenção de colapso por calor em missões prolongadas sob altas temperaturas, com alertas em tempo real em detecção de hipertermia e de risco de exaustão térmica.

### ***Sensores de Glicose***

Sensores de glicose em tecnologias vestíveis são dispositivos incorporados aos trajes operacionais que monitoram continuamente os níveis de glicose no sangue, fornecendo dados em tempo real sobre a concentração de glicose no plasma sanguíneo. A seguir alguns tipos de dispositivos:

- **Pílulas ingeríveis**  
Há dispositivos diminutos que podem ser embutidos em pílulas ingeríveis contendo sensores para monitorar os níveis de glicose enquanto passam pelo sistema digestivo.
- **Sensores subcutâneos**  
Sensores de glicose subcutâneos são inseridos sob a pele, geralmente na região do abdômen ou no braço.
- **Transmissores**  
Dados coletados por equipamentos de testagem dos níveis de glicose que possuem tecnologia *wireless* (sem fio) e permitem que os dados sejam enviados para um dispositivo externo, como um monitor de glicose, *smartphone* ou

*smartwatch*, via *Bluetooth* ou outros dispositivos *wifi* (*wireless fidelity*: tecnologia que permite a conexão de dispositivos à internet e a outras redes sem a necessidade de cabos; rede de dados sem-fio).

### **Aplicações práticas**

O monitoramento glicêmico em treinamentos militares de longa duração ou em restrição alimentar, tem como objetivo garantir níveis adequados de energia para prevenir hipoglicemias perigosas.

### ***Óculos inteligentes (smart glasses)***

São dispositivos vestíveis que combinam a funcionalidade de óculos tradicionais com tecnologias avançadas de computação e exibição. Eles podem fornecer uma variedade de informações e funcionalidades diretamente no campo de visão do usuário, tornando-os úteis para diversas aplicações, incluindo atividades esportivas, operacionais e cotidianas. Usualmente fornecem informações sobre velocidade, ritmo, distância, frequência cardíaca e outras métricas diretamente no campo de visão do atleta. Nas atividades operacionais podem ser utilizados para:

- **Navegação e mapeamento**  
Dispositivos diminutos de navegação e mapeamento embutidos nos óculos inteligentes fornecem mapas e direções para militares, policiais e bombeiros durante operações, melhorando a eficiência e a segurança.
- **Informações táticas**  
Dispositivos diminutos de informações táticas exibem informações críticas em tempo real, como localização de alvos, rotas de fuga e status de colegas de equipe.
- **Treinamento e simulação**  
Equipamentos de treinamento e simulação são usados para simulações de treinamento que sobrepõem cenários de realidade virtual no ambiente real, proporcionando uma experiência de treinamento mais imersiva em situações aproximadas às que se apresentam no combate real.

### Aplicações práticas

Óculos inteligentes exibem, em tempo real, de rotas de evacuação, mapas e localização de membros da equipe durante missões, otimizando a tomada de decisão tática.

### Anéis inteligentes (*smart rings*)

São dispositivos vestíveis que, apesar de seu pequeno tamanho, incorporam diversas tecnologias avançadas para monitorar a saúde e o desempenho físico. Eles são projetados para serem usados no dedo, permitindo uma coleta discreta e contínua de dados, como:

- Sensores de frequência cardíaca  
Sensores de frequência cardíaca utilizam fotopleletismografia (*photoplethysmography*: PPG) para medir a frequência cardíaca por meio da detecção de mudanças no volume sanguíneo no dedo.
- Acelerômetros e giroscópios  
Detectam movimento, atividade física, e padrões de sono, fornecendo dados sobre a intensidade e a qualidade do exercício e do descanso.
- Sensores de temperatura  
Medem a temperatura da pele para monitorar alterações fisiológicas e identificar possíveis sinais de febre ou outros problemas de saúde.
- Sensores de oxigenação do sangue (SpO2)  
Medem a saturação de oxigênio no sangue, útil para monitorar a saúde respiratória e detectar problemas como apneia do sono.

### Aplicações práticas

Os anéis inteligentes permitem o acompanhamento do processo de sono e recuperação do militar, permite a realização de ajustes personalizados no treinamento ou em atividades de missão real, conforme a qualidade do descanso e indicadores de prontidão.

### Roupas inteligentes

A integração de nanotecnologia e termorregulação nas roupas inteligentes eleva o potencial dessas vestimentas, proporcionando monitoramento avançado e manutenção do conforto térmico ideal. Existem algumas possibilidades de composição como:

- Nanossensores  
Nanossensores são sensores desenvolvidos em escala nanométrica que podem ser incorporados às fibras das roupas para monitorar diversos parâmetros fisiológicos, como a frequência cardíaca, a respiração, a composição do suor e a hidratação.
- Tecidos inteligentes  
Tecidos inteligentes ajustam suas propriedades de isolamento e ventilação em resposta à temperatura corporal e ao ambiente. Eles podem abrir ou fechar estruturas de ventilação automaticamente para regular o fluxo de ar e a dissipação de calor.
- Microclima controlado  
Algumas tecnologias vestíveis contêm pequenos sensores para monitorar a temperatura e a umidade da pele, ajustando ativamente as propriedades térmicas da roupa para manter um microclima confortável.

### Aplicações práticas

Roupas inteligentes permitem o monitoramento da hidratação e da temperatura da pele em tempo real, realizando ajustes automáticos na ventilação do tecido para preservar o conforto térmico e a capacidade de ação.

### Calçados inteligentes

Incorporam sensores e tecnologias avançadas para monitorar e melhorar o desempenho, a saúde e o conforto dos usuários. Para atletas táticos, como militares, policiais e bombeiros, os calçados inteligentes são cruciais para:

- Monitoramento do desempenho em missões  
Calçados inteligentes possibilitam o monitoramento do desempenho em

missões militares fornecendo dados sobre a mecânica da corrida e a distribuição de peso durante operações, ajudando a otimizar a eficiência e prevenir lesões.

➤ **Segurança e conforto**

Calçados inteligentes possibilitam o monitoramento de temperatura e pressão nos pés, ajudando a detectar e prevenir problemas como bolhas, úlceras de pressão e fadiga térmica.

➤ **Treinamento e preparação física**

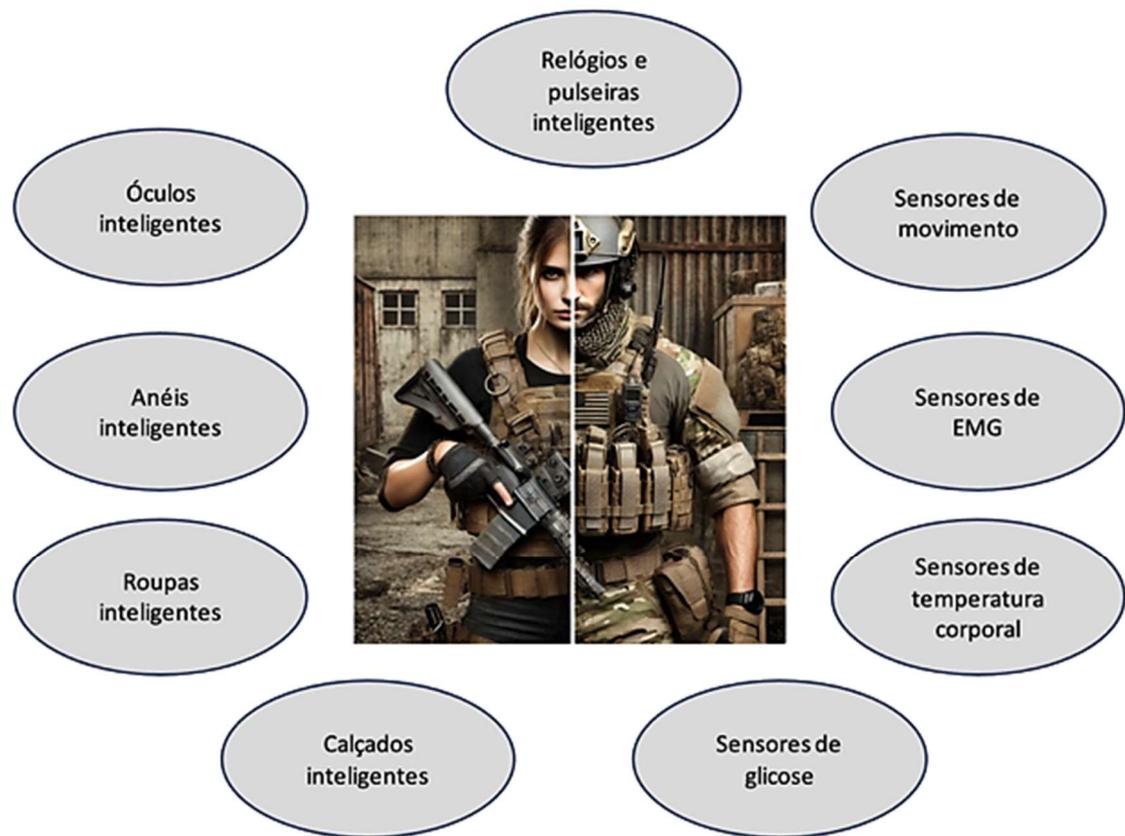
Calçados inteligentes possibilitam avaliar a intensidade e a carga do treinamento, permitindo ajustes perso-

nalizados para melhorar a resistência e a capacidade física.

**Aplicações práticas**

O uso de calçados inteligentes permite a análise da distribuição de carga nos pés durante marchas em longas distâncias e missões prolongadas, contribuindo para a prevenção de lesões por sobrecarga e para a escolha adequada de equipamentos militares com vistas à otimização do desempenho operacional.

A Figura 1 mostra um resumo das tecnologias vestíveis que monitoram a saúde e otimizam o desempenho de atletas táticos em operações.



**Figura 1** –Tecnologias vestíveis (*wearable technologies*) para o atleta tático.

**Conclusão**

O desenvolvimento contínuo e a adoção crescente de tecnologias vestíveis destacam sua importância na melhoria do desempenho operacional e na garantia da segurança dos atletas táticos. Dispositivos como *smartwatches* (relógios inteligentes, equipados com

sensores), sensores de movimento, sensores de EMG, sensores de temperatura corporal, sensores de glicose, *smart glasses*, *smart rings*, roupas e calçados inteligentes fornecem uma vasta gama de informações fisiológicas e métricas de desempenho.

Estas informações são fundamentais para adaptar estratégias táticas operacionais em

tempo real, prevenindo lesões, monitorando o estado de saúde e otimizando a eficácia das missões. Esses recursos favorecem a tomada de decisão estratégica, contribuindo para intervenções mais seguras e assertivas em ambientes de alta exigência física e cognitiva.

#### *Declaração de conflito de interesses*

Não há nenhum conflito de interesses em relação ao presente estudo.

#### *Declaração de financiamento*

Estudo conduzido sem financiamento.

## **Referências**

1. Hernández AL, Barrera Cortés MC, Barón AÁ, TéllezTinjacá LA, Guío Ávila HA. Competitive advantage of wearable technology in sports training. *Wearable Technology*. 2022;3(1): 47. <https://doi.org/10.54517/wt.v3i1.1672>.
2. Wise SR, Trigg SD. Optimizing Health, Wellness, and Performance of the Tactical Athlete. *Current Sports Medicine Reports*. 2020;19(2): 70–75. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000684>.
3. Seçkin AÇ, Ateş B, Seçkin M. Review on Wearable Technology in Sports: Concepts, Challenges and Opportunities. *Applied Sciences*. 2023;13(18): 10399. <https://doi.org/10.3390/app131810399>.
4. Luczak T, Burch R, Lewis E, Chander H, Ball J. State-of-the-art review of athletic wearable technology: What 113 strength and conditioning coaches and athletic trainers from the USA said about technology in sports. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2020;15(1): 26–40. <https://doi.org/10.1177/1747954119885244>.
5. Ebi KL, Capon A, Berry P, Broderick C, De Dear R, Havenith G, *et al.* Hot weather and heat extremes: health risks. *The Lancet*. 2021;398(10301): 698–708. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01208-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01208-3).