

Projeto *Momentum* e a avaliação do movimento humano: acessibilidade, baixo custo e desafios tecnológicos

Momentum project and the assessment of human movement: accessibility, low cost, and technological challenges

El proyecto Momentum y la evaluación del movimiento humano: la accesibilidad, el bajo costo y los desafíos tecnológicos

Bianca Callegari¹, Givago da Silva Souza²

Nos últimos anos, o uso de *smartphones* para avaliação do movimento humano tem se mostrado uma abordagem inovadora e promissora, especialmente em países em desenvolvimento. Equipados com sensores como acelerômetros, giroscópios, magnetômetros, câmeras, microfone e tela sensível ao toque, esses dispositivos oferecem uma possibilidade de solução acessível e de baixo custo quando comparados a métodos tradicionais de avaliação motora, como plataformas de força e sistemas de captura de movimento, que exigem altos investimentos e infraestrutura especializada. A crescente popularidade dos *smartphones* em diferentes camadas da população faz deles uma ferramenta valiosa para monitoração funcional em contextos com recursos limitados.

Diversos estudos têm explorado as aplicações dos *smartphones* para monitoração motora, confirmando sua utilidade em áreas como reabilitação, avaliação do equilíbrio e detecção precoce de disfunções motoras. Nosso grupo na Universidade Federal do Pará desenvolveu aplicativos (*Momentum Science* e *Momentum Touch*), tem desenvolvido protocolos de avaliação motora utilizando-os como ferramenta de registro de sinais relacionados ao movimento humano e tem mostrado que os dados extraídos apresentam validade quando comparados a métodos padrão-ouro, apresentam replicabilidade significativa, conseguem diferenciar sujeitos saudáveis de sujeitos

com condições clínicas variadas e permitem avaliar fatores que podem interferir no desempenho nos testes realizados. O *Momentum Science* é um aplicativo para registrar sinais do acelerômetro e do giroscópio embutidos no *smartphone*, e o *Momentum Touch* registra os dados temporais e espaciais dos toques realizados na tela sensível do *smartphone*.

Sinais inerciais obtidos por meio do aplicativo *Momentum Science* durante tarefas de equilíbrio estático e de avaliação de ajustes posturais antecipatórios mostraram-se similares aos correspondentes avaliados por plataforma de força e sistema de captura de movimento em adultos jovens saudáveis¹. Esses mesmos sinais foram estudados em pacientes com *diabetes mellitus*, COVID longa, hanseníase e osteoartrite e mostraram perdas funcionais relacionadas à condição da doença^{2,3}. Testamos, também, a replicabilidade dos registros inerciais durante a realização do teste *timed up and go* e mostramos que havia alta replicabilidade quando o teste era feito usando o mesmo *smartphone* ou em *smartphones* diferentes⁴. Usando o aplicativo *Momentum Touch*, que registrava o toque na tela sensível do *smartphone*, mostramos que o sexo e dominância manual poderiam trazer diferenças significativas no desempenho do *finger tapping test*, chamando a atenção para a relevância de considerar esses dois fatores durante a avaliação clínica usando este tipo de teste. De forma semelhante, avaliamos

1. Universidade Federal do Pará, Belém, (PA). Brasil. E-mail: callegaribi@gmail.com. Orcid: 0000-0002-1263-0611

2. Universidade Federal do Pará. Instituto de Ciências Biológicas. Belém, (PA). Brasil. E-mail: givagosouza@ufpa.br. Orcid: 0000-0002-4525-3971

as características do tremor de mão usando sensores vestíveis leves e o *Momentum Science* e observamos que os dados não são comparáveis e que o peso do aparelho (poucos gramas ou centenas de gramas) modificam as características espectrais dos sinais inerciais relacionados ao tremor de mão.

Apesar das vantagens evidentes, desafios tecnológicos ainda precisam ser superados. A principal barreira continua sendo o desenvolvimento de algoritmos de processamento de sinal que sejam capazes de traduzir as informações capturadas pelo *Momentum Sensors* em dados clínicos acionáveis de forma intuitiva. Os profissionais de saúde precisam de ferramentas que não apenas capturem dados, mas que também facilitem a interpretação desses dados para tomada de decisão clínica. A criação de interfaces simples e amigáveis, que possam ser utilizadas por profissionais com diferentes níveis de treinamento, é um passo importante para a adoção generalizada dessas tecnologias. Além disso, há variações entre dispositivos e condições de uso que podem influenciar a precisão das medições, o que torna cruciais o desenvolvimento de protocolos padronizados e a validação contínua dessas ferramentas. Por exemplo, diferentes modelos de *smartphones* podem apresentar variações na sensibilidade de seus sensores, o que pode impactar a consistência dos dados, especialmente em contextos clínicos, em que a precisão é essencial.

Os aplicativos *Momentum Science* e *Momentum Touch* ainda estão em desenvolvimento e em fase experimental, e temos avaliado a implementação de soluções que permitam sua utilização fora do laboratório de pesquisa e em condições de vida real. No momento, os aplicativos estão sendo usados em trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses da Universidade Federal do Pará, da Universidade do Estado do Pará, da Universidade Federal do Estado do Pará, da Universidade Federal do Amapá e da Universidade Federal de Roraima. Eles representam ferramentas inovadoras e acessíveis para a avaliação do movimento humano, com múltiplas aplicações clínicas já validadas e um potencial crescente para melhorar o acesso aos cuidados de saúde, especialmente em regiões com recursos limitados. Contudo, para que essa tecnologia alcance seu máximo potencial, é necessário continuar investindo no aprimoramento de algoritmos de processamento de dados, bem como na criação de interfaces intuitivas que facilitem o uso clínico. A validação contínua dessas ferramentas também será fundamental para garantir que os dados obtidos sejam precisos e utilizáveis, permitindo que os profissionais de saúde

tomem decisões informadas e personalizadas no cuidado de seus pacientes.

REFERÊNCIAS

1. Moraes AAC, Duarte MB, Ferreira EV, Almeida GCS, Santos EGR, Pinto GHL, et al. Validity and reliability of smartphone app for evaluating postural adjustments during step initiation. *Sensors (Basel)*. 2022;22(8):2935. doi: 10.3390/s22082935
2. Fernandes TF, Volpe MITC, Pena FPS, Santos EGR, Pinto GHL, Belgamo A, et al. Smartphone-based evaluation of static balance and mobility in type 2 Diabetes. *An Acad Bras Cienc*. 2024;96(suppl 1):e20231244. doi: 10.1590/0001-3765202420231244
3. Oliveira LKR, Marques AP, Igarashi Y, Andrade KFA, Souza GS, Callegari B. Wearable-based assessment of anticipatory postural adjustments during step initiation in patients with knee osteoarthritis. *PLoS One*. 2023;18(8):e0289588. doi: 10.1371/journal.pone.0289588
4. Santos TTS, Marques AP, Monteiro LCP, Santos EGDR, Pinto GHL, Belgamo A, et al. Intra and inter-device reliabilities of the instrumented timed-up and go test using smartphones in young adult population. *Sensors (Basel)*. 2024;24(9):2918. doi: 10.3390/s24092918