

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

PLATAFORMA DE AVALIAÇÃO POSTUROGRÁFICA PARA REABILITAÇÃO DE PACIENTES COM DISTÚRBO DE EQUILÍBRIO CORPORAL.

Gabriel Anthony Crispim Bárbara, César Bezerra Freire de Carvalho, Pedro Augusto Rodrigues Ribeiro de Castro, Gustavo Carlos da Silva, Patrícia Marcondes dos Santos.

Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, gabriel-anthony@hotmail.com, cesarbfcarvalho@gmail.com, pedro.castro9095@hotmail.com, gustavo_carlos@gmail.com, patriciams@univap.br.

Resumo

O controle da posturografia possui importante função na orientação corporal do ser humano, para realização de tarefas básicas do dia a dia até a realização de atividades físicas mais complexas, bem como servindo como ferramenta de auxílio no diagnóstico e tratamento na reabilitação fisioterapêutica em indivíduos que apresentem disfunções que afetem a manutenção do equilíbrio corporal. Para auxílio na reabilitação da posturografia, nesse sentido, foi desenvolvida uma plataforma capaz de realizar a medição em quatro pontos da pressão exercida pelo peso de um indivíduo sob os dois pés, essas informações foram cometidas no Arduino Uno para operar a aquisição dos dados, processamentos e exibições de valores para o usuário através de um programa em linguagem C que realiza a obtenção dos sinais das células de carga e os processa para expressá-los quantitativamente ao usuário. As análises que foram realizadas apresentam o potencial desse método em contribuir expressivamente para a análise posturográfica, quando aplicada de forma adequada.

Palavras-chave: Engenharia Biomédica, Reabilitação, Biomecânica.

Área do Conhecimento: Engenharia Biomédica.

Introdução

As plataformas de medição de pressão estão presentes no dia a dia seja na forma de uma simples balança, passando por sensores de medição de deformação de materiais, e na área médica e de reabilitação com plataformas capazes de medir a força da pisada de atletas com uma alta precisão e confiabilidade dos dados obtidos.

As plataformas de pressão têm diversas aplicações, como analisar a biomecânica de movimento de atletas, suportando movimentos bruscos como agachamentos e saltos. A medida posturográfica mais comumente utilizada na avaliação do controle postural é o centro de pressão (CP). O CP é o ponto de aplicação da resultante das forças verticais agindo sobre a superfície de suporte. O equipamento mais utilizado para mensurar o CP é a plataforma de força (DUARTE, M.; FREITAS, S., 2010). Segundo FERNANDES *et al* (2022), a técnica de análise de posturografia com plataforma de força é obtida através de um sistema computadorizado com sensores que detectam as oscilações do CP. No entanto, a mesma pode ser aplicada com a intenção de monitorar pacientes em reabilitação, e analisar o equilíbrio com o objetivo de detectar ou acompanhar patologias degenerativas que podem afetar o equilíbrio de pacientes, também por meio de *serious games* de exercícios corporais (LAMBERT *et al*, 2020).

Este método tem como objetivo medir a estabilometria que consiste na medição da pressão realizada pelos pés no solo, e detectar suas variações medindo assim as oscilações no equilíbrio.

Neste projeto o objetivo é desenvolver uma plataforma de pressão de baixo custo capaz de constatar as variações na pisada, e conseqüentemente interpolar os dados para se obter um panorama sobre o equilíbrio de um grupo. Isso utilizando um microcontrolador Arduino Uno e sensores do tipo *strain gauge*, para assim diminuir os custos do equipamento, mantendo a confiabilidade dos dados.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Metodologia

A plataforma de força que foi utilizada para a realização da avaliação posturográfica foi projetada de forma com que exige que o avaliando permaneça em pé, em postura ereta e quieta, com os pés apoiados nas demarcações por uma distância adequada para posicionamento correto do seu centro de gravidade, eliminando erros como no caso de pés mais afastados causando aumento da estabilidade corporal e centralização equivocada do centro de pressão, resultado das forças da pessoa na superfície, que se mantidas incorretamente durante o teste, podem produzir dados insuficientes.

Foram realizadas alterações no *layout* da plataforma original e na posição dela para permitir uma maior abrangência de aplicabilidade para pacientes com diferentes morfologias físicas e uma melhor aquisição comparativa dos dados. Desconsiderando possíveis erros que a disposição anterior das células poderia ocasionar, amplificando a área de análise da pressão.

Mostrou-se necessária a substituição das células de carga do projeto original por células de carga que possuíssem um *range* de medição maior, onde a associação do fundo de escala das quatro células de carga estivesse acima do valor peso corporal médio de um indivíduo adulto e com larga margem para aplicação em indivíduos com pesos corporais maiores. Portanto, foram aplicadas quatro células de carga de 50 Kg, que associadas possibilitam a avaliação de pacientes de até 200 Kg.

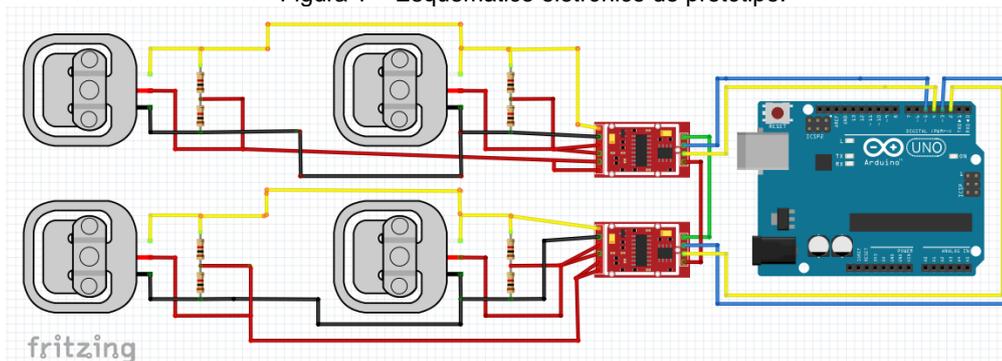
A estrutura física da plataforma possui uma base de MDF (*Medium Density Fiberboard*), onde se fixa todo o *hardware* do sistema, sendo sobreposta por quatro chapas de MDP (*Medium Density Particleboard*) fixadas por parafusos colocados em quatro furos realizados em cada uma das chapas de MDP, para propagar a pressão dos pés até as células de carga.

Foi utilizada a plataforma de desenvolvimento eletrônica Arduino Uno para operar a aquisição dos dados, cálculos e exibições de valores e mensagens para o usuário através de um programa em linguagem C que realiza a obtenção dos sinais das células de carga e os processa para expressá-los quantitativamente e qualitativamente ao usuário, profissional responsável da avaliação clínica.

Resultados

O circuito esquemático do protótipo está representado na *Figura 1*, realizado através do software de modelagem eletrônica Fritzing, onde se observa a ligação das células de carga com os dois módulos de carga, sendo utilizados afim de se separar os dados obtidos das células individualmente para análise da posturometria. Para a ligação das células de carga com os módulos, foi necessário a implementação de uma Ponte de Wheatstone, para uma medição em escala de mili-ohms da variação de resistência nas células, implementada no circuito com dois resistores de 1 k Ω realizando a divisão de tensão em paralelo para cada célula de carga. A plataforma confeccionada em madeira, foi projetada com quatro bases com movimentos independentes, uma para cada célula de carga, a fim de isolar as pressões exercidas em quatro pontos distintos, para determinação do centro de pressão com relação aos dois pés e a parte frontal e traseira dos mesmos (*Figura 2*).

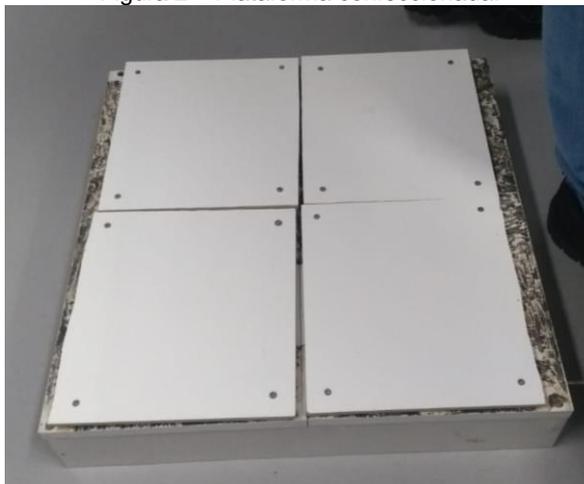
Figura 1 – Esquemático eletrônico do protótipo.



Fonte: Captura de tela realizada pelo autor (2023).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 2 – Plataforma confeccionada.



Fonte: Fotografado pelo autor (2023).

Ao submeter o dispositivo aos testes houve a resposta dos sensores quando uma carga foi aplicada sobre os mesmos, assim sendo possível medir os esforços aplicados sobre as células de carga. Com o auxílio do Arduino foi possível coletar os dados de cada sensor individualmente, sendo assim podendo se verificar se a presença ou não de um desequilíbrio, ou uma sobrecarga em pés.

Figura 3 – Realização dos testes dos protótipos.



Fonte: Fotografado pelo autor (2023).

Desta forma o diagnóstico se torna mais preciso, e questões que originalmente seriam somente através da sensibilidade do médico ou fisioterapeuta para verificar progressos no quadro do paciente, tornando assim algo qualitativo em uma análise quantitativa.

O protótipo desenvolvido necessita de um pós-processamento de *back-end* para aplicação de análises mais específicas e adaptáveis de acordo com a necessidade, sendo um dispositivo *open*

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

source, capaz de identificar as diferentes pressões em seus quatro sensores e capacidade de criar gráficos de CP estáticos e dinâmicos, de acordo com o *software* programado e da aplicação desejada.

Os resultados obtidos a partir dos dados apresentados na *Figura 4* revelam que os sensores possuem a capacidade de detectar variações no peso, mesmo sem atingir o ponto zero e requerendo posterior processamento no *back-end*. Esses sensores demonstram habilidade para registrar e discernir mudanças na distribuição de peso, tornando-os adequados para a análise da interação entre os quatro sensores. Essas constatações ressaltam o potencial dessa plataforma em contribuir significativamente para a análise posturográfica, desde que aplicada de forma apropriada, fornecendo dados que podem ser aplicados no *back-end* para uma compreensão mais facilitada e explícita dos resultados, tais como mensagens pré-programadas sobre o resultado qualitativo do exame e visualização da evolução no tratamento.

Figura 4 – Dados captados pelo monitor serial no teste.



Fonte: Fotografado pelo autor (2023)

Conclusão

O estudo da posturografia do ser humano possui grande importância no processo de identificação de déficits na manutenção da postura do indivíduo, servindo de ferramenta para os diagnósticos dos fatores fomentadores. A plataforma desenvolvida permite sua aplicação em um método dinâmico e computadorizado que gera dados fundamentais de análise posturográfica, podendo auxiliar na elaboração e acompanhamento de um plano de reabilitação mais promissor e eficaz.

A plataforma desenvolvida apresenta uma abordagem dinâmica e computadorizada, permitindo a obtenção de dados essenciais para a análise posturográfica de maneira mais precisa e abrangente. Através da utilização desses dados, é possível não somente compreender melhor a natureza dos problemas posturais, mas também facilitar a formulação e o acompanhamento de um plano de reabilitação mais otimizado e eficaz. Os dados exibidos no *monitor serial* do Arduino, foram dados que a partir de uma calibração de seu zero, exibe valor de variação de tensão, onde sua interpretação está sujeita a uma análise comparativa entre as obtenções de cada célula de carga.

Isso abre portas para uma abordagem mais personalizada e direcionada, visando a melhoria da postura e a qualidade de vida dos indivíduos em processo de reabilitação.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

A inclusão futura de pós-processamento de *back-end* permitirá a identificar a pressão individualmente em cada um dos quatro sensores, possibilitando a criação de gráficos de CP estatísticos e dinâmico conforme a programação e necessidade almejada.

Referências

DUARTE, M., Freitas, S. M. S. F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 14(3), 183–192. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552010000300003>. Acesso em 12 ago. 2023.

FERNANDES, A. C.T; *et al.* Avaliação por posturografia de disfunções vestibulares através da estimulação por realidade virtual. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 1, p. e22212139707-e22212139707, 2023. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/39707>. Acesso em 12 ago. 2023.

GANANÇA, M. M. *et al.* Equilibrimetria clínica. Série Otoneurologia. São Paulo: Editora Atheneu, p. 41-114, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/acr/a/Kz3cfrqfpW3W7sMWkqH8xCN/?lang=pt>. Acesso em 13 ago. 2023.

HOROWITZ, P; HILL, W; ROBINSON, I. *The art of electronics*. Cambridge: Cambridge university press, 1989. Disponível em: https://artofelectronics.net/wp-content/uploads/2015/01/AoE_3e_table-of-contents.pdf. Acesso em 13 ago. 2023.

LAMBERT, V. *et al.* Virtual reality distraction for acute pain in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, n. 10, 2020. Disponível em: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD010686.pub2/full>. Acesso em 15 ago. 2023.

MAGON, C; J. *Conceitos básicos da Eletrônica: teoria e prática*. São Carlos/SP: [s. n.], 2019. v. 5. Disponível em: <http://granada.ifsc.usp.br/labApoio/images/apostilas/apostilaEletronicaMagon2019-v6.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2023.