

DESENVOLVIMENTO DE UMA ESTEIRA INSTRUMENTADA PARA AQUISIÇÃO DE DADOS CINEMÁTICOS

Ribeiro, I.C.R.V.R.¹, ianocr@hotmail.com¹

Paiva, G.S.¹, guilherme.paivasouza@hotmail.com¹

Ferreira, L.A.E.¹, lucasadriel@outlook.com¹

Soares, F.C.¹, fabricio.soares@ifmg.edu.br¹

Rocha, D.N.², daniel.rocha@ifmg.edu.br²

¹ Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Congonhas, Av. Michael Pereira de Souza, 3007 – Bairro Campinho | Congonhas – MG | CEP: 36415-000

² Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Sabará, Rodovia MGC 262 s/n – Bairro Sobradinho | Sabará – MG | CEP: 34515-640

Resumo: Na busca por uma vida saudável muitas pessoas recorrem as atividades físicas, seja por aconselhamento médico ou pela própria consciência. Algumas das atividades físicas mais praticadas é a caminhada ou corrida por diversos fatores, tais como simplicidade em ser praticada e por não exigir habilidades específicas. Entretanto, como toda atividade física, existe o risco de lesão se não praticada com os devidos cuidados e orientações. As lesões mais comuns concentram-se nos joelhos, quadris e tornozelos, as quais são causadas pela propagação das ondas de choque através do corpo. Estudos dinâmicos durante a prática dessas atividades podem ajudar a determinar as forças que atuam no corpo humano e consequentemente prevenir lesões. Uma das principais forças de impacto sobre o corpo durante essas atividades pode ser medida pela reação do solo. Os equipamentos utilizados para mensurar a força de reação do solo possuem alto custo. Assim, o objetivo desse trabalho é criar um sistema de baixo custo para mensurar a força de reação do solo.

Palavras-chave: Esteira Instrumentada, Força de Reação do Solo, Biomecânica.

1. INTRODUÇÃO

Segundo MCARDLE [1] muitos profissionais da área da saúde indicam a caminhada e a corrida como tratamento e prevenção de doenças aos seus pacientes por serem atividades de fácil acesso. A caminhada e a corrida não requerem habilidades específicas para serem praticadas, porém a falta de conhecimento pode ocasionar diversas lesões aos praticantes, sendo algumas dessas lesões consequências de ondas de choque, que se propagam pelo corpo, resultantes do impacto gerado no contato do pé com o solo [2].

Para entender como são geradas as lesões é essencial a compreensão das forças atuantes sobre o corpo humano. A Biomecânica do movimento busca explicar como as formas de movimento dos corpos dos seres vivos acontecem na natureza a partir de parâmetros cinemáticos e cinéticos [3]. Dada a grande diferença de abordagem, a biomecânica se divide em interna e externa, onde a interna responde às forças transmitidas pelas estruturas biológicas como músculos, tendões, ligamentos, entre outras. O alvo do deste trabalho concentra-se no estudo da biomecânica externa que representa aqueles parâmetros de determinação quantitativa e ou qualitativa referente às mudanças de lugar e posição do corpo humano em movimento com auxílio de medidas descritivas cinemáticas e dinâmicas (trajetória, velocidade, aceleração e força) [4].

As forças externas ao corpo humano durante a locomoção são investigadas por meio da análise cinética. Na marcha a Força de Reação do Solo (FRS) é a mais utilizada para análise da locomoção. A FRS atua da superfície de contato (solo) para o objeto (o corpo) que está em contato com o solo. Esta força é decorrente das ações musculares e do peso corporal transmitido pelos pés [5].

A FRS pode ser medida utilizando-se plataformas de força. A plataforma de força consiste de duas superfícies rígidas, uma superior e uma inferior, que são interligadas por sensores de força, do tipo célula de carga. Mesmo sendo muito eficiente para medir a FRS, esse tipo de equipamento é limitado em analisar apenas um passo da caminhada ou corrida. Para analisar vários passos consecutivos são utilizadas esteiras instrumentadas.

Considerando o aumento de pessoas que caminham e correm sem o conhecimento que a prática incorreta pode ocasionar possíveis lesões, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma esteira instrumentada para medir a FRS durante a atividade de caminhada e / ou corrida.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

2.1. Esteira instrumentada

A esteira será utilizada como base do equipamento. Essa deve ser robusta para não amortecer o impacto durante o exercício, além de atender as velocidades de 1km/h até 16 km/h. Sendo assim, foi escolhida a esteira Caloi CLE50 Elite Fig. 1 que possui as seguintes características:

Tabela 1. Características da esteira Caloi CLE50 Elite.

Motor	5.0 hpm
Alimentação	110V
Velocidade	1 a 16 km/h com ajuste eletrônico
Nível de Inclinação	Eletrônico
Capacidade Máxima	130 kg



Figura 1. Esteira Caloi CLE50 Elite.

A análise da FRS em cada pé é essencial para uma correta análise do amortecimento do calçado do usuário. Durante a corrida apenas um pé fica em contato com o solo, o que facilita a mensuração da FRS em cada pé. Entretanto, na caminhada há um intervalo cujos dois pés estão em contato com o solo e, consequentemente, dificultando a análise da FRS em cada pé. Uma solução dessa questão é analisar a FRS em duas partes distintas da esteira: posterior e anterior.

Para a aquisição da FRS é proposta a seguinte configuração: A esteira elétrica será modificada para receber duas plataformas de força. Cada plataforma de força utilizará quatro sensores do tipo célula de carga.

2.2. Célula de Carga

O Para detecção das forças de impacto, foram utilizadas 8 células de carga modelo CSAZL Fig. 2, que foram posicionadas uma em cada extremidade das plataformas de força. A célula de carga, foi selecionada para captar sinais de baixa amplitude (0 – 20 mv). A Tabela 2 mostra algumas especificações da célula de carga.

Tabela 2. Características da célula de carga CSAZL

Alimentação	10 Vcc
Capacidade	200 kgf
Sensibilidade nominal	$2 \pm 0,02$ mv/V
Sobrecarga admissível	150%



Figura 2. Duas células de carga do modelo CSAZL acopladas na esteira Caloi CLE50 Elite.

2.3. Placa de aquisição

A placa de aquisição é necessária para enviar os dados dos sensores de força para o computador. Cada sinal do sensor, após amplificado, será conectado em uma entrada da placa.

Para aquisição de dados foi escolhida a placa modelo National Instruments USB-6009 Fig. 3, que possui oito entradas analógicas (14 bits, 48 kS/s) para o modo RSE (Single-Ended) que são necessárias para as oito células de carga utilizadas. Além disso o driver de configuração fornecido pela placa (DAQmx) simplifica as configurações e medições.

A figura 4 mostra a disposição das entradas e saídas do dispositivo.

Na placa de aquisição estão presentes os seguintes componentes: o micro controlador, suas entradas e saídas, fonte de alimentação e seus barramentos, como é apresentado na Fig. 5.



Figura 3. Placa de aquisição de dados NI USB-6009.

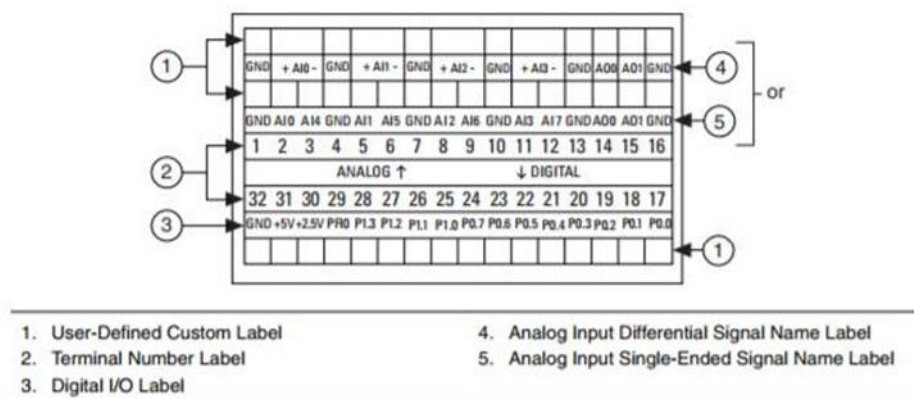


Figura 4. Diagrama de conexões da placa de aquisição NI USB-6009.

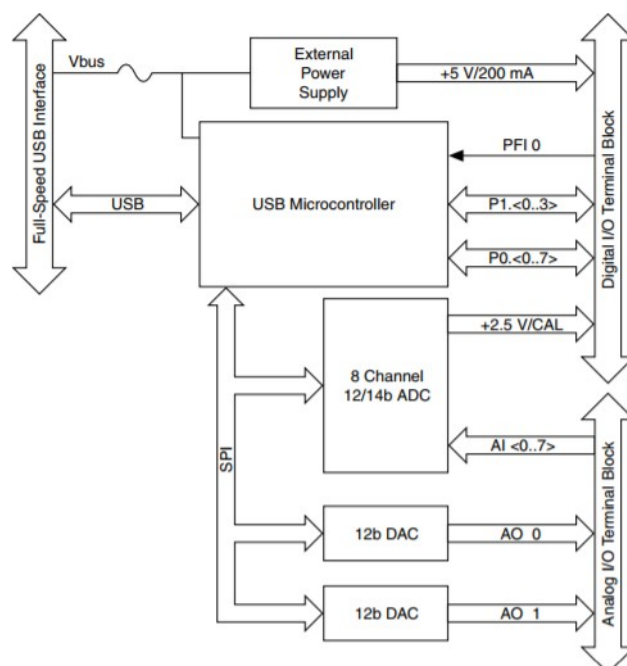


Figura 5. Diagrama de funcionamento da placa de aquisição NI USB-6009.

2.4. Circuito (Protoboard)

Para a ligação entre cada célula de carga e a placa de aquisição de dados, é necessário alimentar a célula de carga e amplificar o seu sinal de saída. Para isto, foi escolhido o amplificador operacional INA125P, que possui uma saída de referência de 10V (pino 16) que pode ser utilizada na alimentação da célula de carga. O ganho utilizado neste amplificador foi de mil vezes. A saída (pino 10) e o terra do circuito foram ligadas na placa de aquisição de dados.

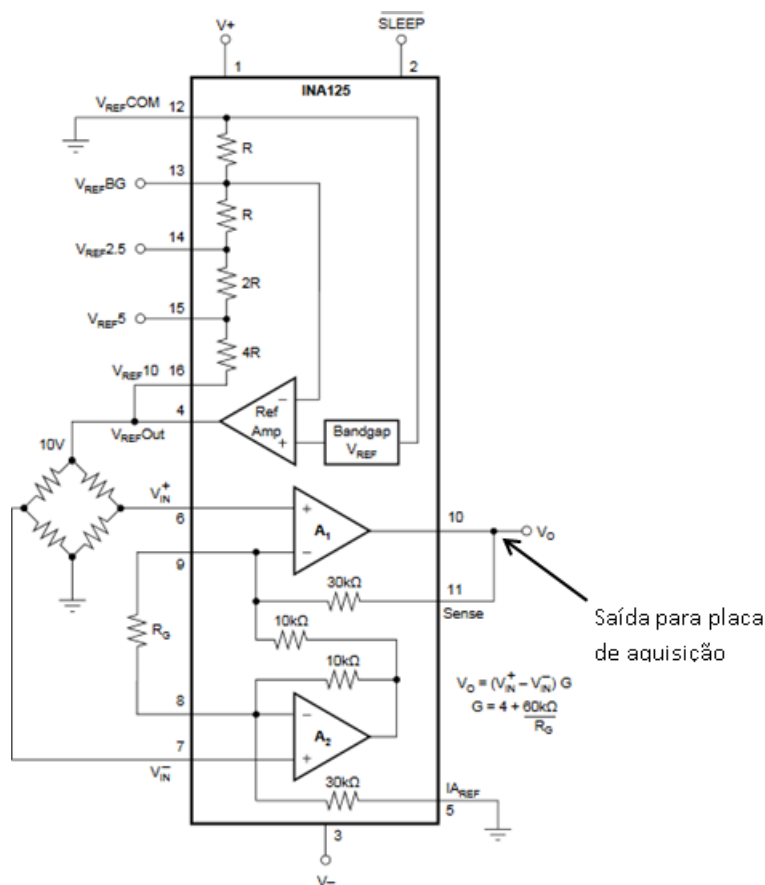


Figura 6. Esquema de ligação do amplificador INA125, destacando a ligação de uma célula de carga e a saída para a placa de aquisição de dados.

2.5. -Programa

Para o desenvolvimento do aplicativo para aquisição e processamento de dados foi utilizando o programa LabVIEW®, sendo este um programa de engenharia criado para aplicações que envolvam testes, medição e controle. Além disso, é compatível com a placa de aquisição utilizada e possui um sistema de análise e processamento que possibilita visualizar resultados de imediato em sua interface gráfica. A Figura 7 ilustra a interface desenvolvida com este programa.

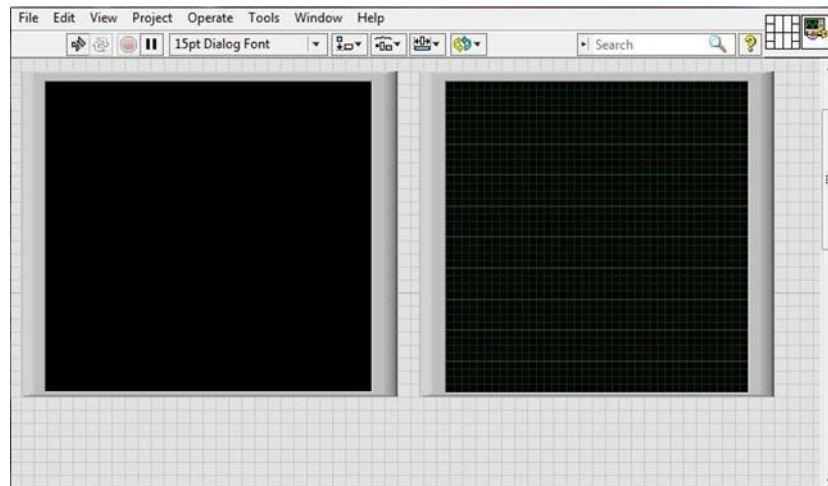


Figura 7. Interface desenvolvida com o programa LabView para aquisição de dados de uma plataforma.

Foram definidos que seriam medidas duas características ligadas a FSR: o centro de massa e a força de impacto com a esteira a partir das quatro células de carga posicionadas em cada uma das plataformas de força (Figura 8). Para o cálculo do centro de massa em cada uma das plataformas de força (anterior e posterior) foram utilizadas as Eq. (1) e Eq. (2) para mensurar as coordenadas X e Y, respectivamente. A Eq. (3), mostra como foi feito o cálculo da força de impacto. Todas as três equações utilizam o valor de força medido em cada uma das 4 células de carga (P1, P2, P3 e P4) localizadas conforme a Figura 8.

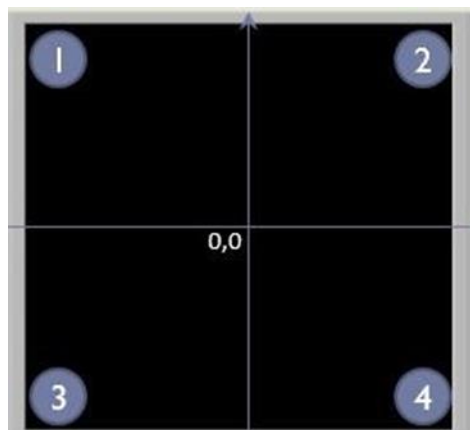


Figura8. Posicionamento das quatro células de carga (1,2,3 e 4) na plataforma de força.

$$X = \frac{\frac{(P2 + P4)}{2} - \frac{(P1 + P3)}{2}}{2} \quad (1)$$

$$Y = \frac{\frac{(P1 + P2)}{2} - \frac{(P3 + P4)}{2}}{2} \quad (2)$$

$$F = P1 + P2 + P3 + P4 \quad (3)$$

3. RESULTADOS

A Figura 9 apresenta a tela de resultados do programa desenvolvido. Esta tela é composta por dois conjuntos com dois gráficos cada, sendo o primeiro conjunto para informar o centro de massa das plataformas anterior (metade superior da tela) e posterior (metade inferior da tela) e o segundo para mostrar a força de impacto nas mesmas plataformas.

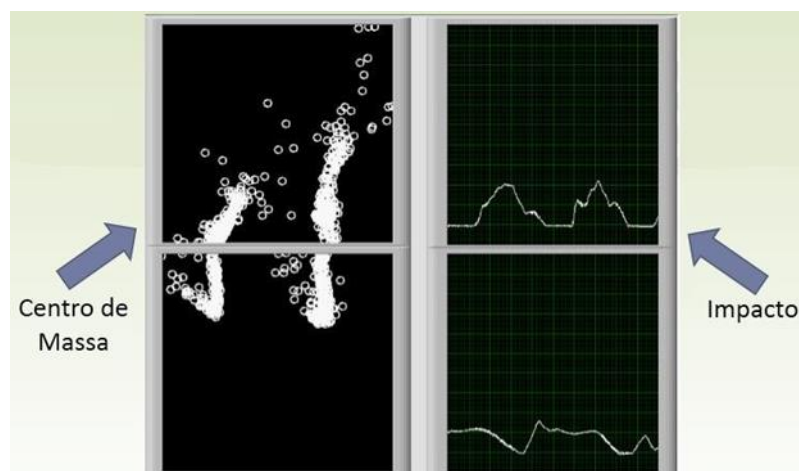


Figura 9. Gráficos com resultados da FRS, com divisão entre a plataforma anterior (parte de cima dos gráficos) e posterior (parte inferior dos gráficos).

4. CONCLUSÃO

O sistema desenvolvido foi capaz de exibir o centro de massa e os picos de impacto durante atividades de caminhada e corrida na esteira instrumentada, os quais eram os objetivos desta primeira etapa de desenvolvimento da esteira. A próxima etapa será a calibração das células de carga, possibilitando uma informação qualificada das medições de FRS nesta plataforma, possibilitando o seu uso em estudos futuros por profissionais da área de educação física.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores desse trabalho agradecem ao Instituto Federal de Minas Gerais por todo apoio financeiro. Em especial ao Campus Congonhas por fornecer espaço físico para realização dos testes.

6. REFERÊNCIAS

- [1] MCARDLE, W.D.; KATCH, F.I. & KATCH, V.L. Fisiologia do Exercício, Energia, Nutrição e Desempenho Humano, 4a ed. Editora Ganabara Koogan S.A., Rio de Janeiro - RJ, 1998.
- [2] MERCIER, J. A., P. DEVITA, T. R. DERRICK & B. T. BATES. Individual Effects of Stride Length and Frequency on Shock Attenuation during Running. Med. Sci. Sports Exerc. Vol. 35, 2003.
- [3] ZERNICKE, R.F. The emergence of human biomechanics. In: BROOKS, G.A. Perspectives on the academic discipline of physical education. Champaign, Human kinetics. 1981.
- [4] AMADIO, A.C. Fundamentos da biomecânica do esporte: considerações sobre análise cinética e aspectos neuro-musculares do movimento. São Paulo. Universidade de São Paulo. 1989.
- [5] WHITTLE, M. W. Gait analysis: an introduction. Oxford. Butterworth Heinemann. 1996.
- [6] ESTEIRA MOLEDO CLE50 ELITE. Fonte de informação. Disponível em: <<http://www.actfitness.com.br/pt/esteiras/cle50>>. Acesso em: 12 de outubro de 2017.
- [7] PLACA DE AQUISIÇÃO NI USB-6009. Fonte de informação. Disponível em: <<http://www.ni.com/pt-br/support/model.usb-6009.html>>. Acesso em: 12 de outubro de 2017.

DEVELOPMENT OF AN INSTRUMENTED TREADMILL FOR KINEMATIC DATA ACQUISITION

Ribeiro, I.C.R.V.R.¹, ianocr@hotmail.com¹

Paiva, G.S.¹, guilherme.paivasouza@hotmail.com¹

Ferreira, L.A.E.¹, lucasadriel@outlook.com¹

Soares, F.C.¹, fabricio.soares@ifmg.edu.br¹

Rocha, D.N.², daniel.rocha@ifmg.edu.br²

¹ Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Congonhas, Av. Michael Pereira de Souza, 3007 – Bairro Campinho | Congonhas – MG | CEP: 36415-000

² Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Sabará, Rodovia MGC 262 s/n – Bairro Sobradinho | Sabará – MG | CEP: 34515-640

Abstract. *In the quest of a healthy life many people resort to physical activities, either by medical advice or by their own conscience. Some of the most commonly practiced physical activities are walking or running through various factors, such as simplicity in being practiced and not requiring specific skills. However, like all physical activity, there is a risk of injury if not practiced with care and guidance. The most common injuries are concentrated in the knees, hips and ankles, which are caused by the propagation of shock waves through the body. Dynamic studies during the practice of these activities can help determine the forces acting on the human body and consequently prevent injury. One of the main impact force on the body during these activities can be measured by ground reaction. Equipment used to measure ground reaction force are expensive. The objective of this work is to create a low-cost system to measure the ground reaction force.*

Keywords: *instrumented treadmill, ground reaction force, biomechanics*