



## Sistema de Aquisição de Baixo Custo para um Dinamômetro Biomédico

*Acquisition system of a low cost biomedical dynamometer*

Paulo José Oliveira Cortez<sup>1</sup>  
Sandro Oliveira Machado<sup>2</sup>  
Renato Rosa<sup>2</sup>  
Vitor Engrácia Valenti<sup>3</sup>  
José Elias Tomazini<sup>4</sup>.

1. Fisioterapeuta. Mestre em Engenharia Mecânica e Doutor em Engenharia Biomédica pela UNESP. Professor adjunto da Faculdade de Medicina de Itajubá (FMIT), Itajubá, MG, Brasil.
2. Instituto de Aeronáutica e Espaço IAE/CTA, São José dos Campos, SP.
3. Fisioterapeuta. Doutor em Ciências pela UNIFESP e Pós-Doutor em Fisiopatologia pela FM/USP. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente, Brasil.
4. Engenheiro Mecânico. Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo. Professor Adjunto da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Departamento de Mecânica - FEG/UNESP, Guaratinguetá, Brasil.

Trabalho realizado no Laboratório de Biomecânica-Departamento de Mecânica da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá FEG/UNESP com recursos do próprio departamento.

Recebido em setembro de 2013

Aceito em novembro de 2013

### Correspondência:

Paulo José Oliveira Cortez  
Faculdade de Medicina de Itajubá,  
Endereço Completo: Avenida Renó Júnior, 368,  
São Vicente, Itajubá – MG. CEP: 37502-138.  
E-mail: drpaulocortez@gmail.com

### RESUMO

**Objetivo:** criar um Sistema de Aquisição de baixo custo, otimizando um dispositivo de fabricação própria. **Método:** Para tanto, foi idealizado um sistema dedicado, o qual é alimentado por uma bateria central de 12V. A ponte completa de “Wheatstone” é alimentada pela bateria central, regulada em 9V. **Resultados:** O sinal dos extensômetros apresenta uma variação de 0 a 30 mV, o qual é amplificado e filtrado por um Condicionador de Sinais de fabricação própria, usando um LM 324. O sinal elétrico então passa a variar de 0 a 5V, que serão tratados em uma entrada analógica de um Microcontrolador PIC. Os testes para registro e interpretação dos dados ocorrem através do software MyOpenLab. **Conclusão:** O trabalho está em andamento e os primeiros resultados sugerem que o sistema será capaz de mensurar a força muscular de forma precisa e com custo reduzido.

**Palavras-chave:** Dinamômetro, Força Muscular, Engenharia Biomédica.

### ABSTRACT

**Objective:** to create a purchasing system for optimizing a low cost device fabrication itself. **Method:** For this purpose was designed a system which is powered by a 12V battery center. The full bridge of "Wheatstone" is powered by the central battery set to 9V. **Results:** The sign of the strain has a range of 0 to 30 mV which is amplified filtered by a signal conditioner own manufacturing using an LM 324. The electrical signal then passes to vary from 0 to 5V which will be processed in an analog input of PIC microcontroller. Tests for the registration and interpretation of data are through software MyOpenLab. **Conclusion:** The work is in progress and initial results suggest that the system will be able to measure muscular strength accurately and cost-effective.

**Keywords:** Dynamometry, Muscle Strength, Biomedical Engineer.

## INTRODUÇÃO

Vários estudos vêm sendo realizados nas últimas décadas com a intenção de construir dispositivos para avaliar a função muscular de forma precisa e quantitativa através de aparatos eletromecânicos. O exame da força externa produzida pelo sistema musculoesquelético de forma instrumental é extensamente realizado por pesquisadores a partir de equipamentos disponíveis comercialmente, como os dinamômetros isocinéticos computadorizados,<sup>1-3</sup> dinamômetros manuais<sup>4,5</sup> e dispositivos fabricados em laboratórios específicos.<sup>6-10</sup>

O conhecimento preciso do nível de força muscular de um indivíduo é importante, tanto para a avaliação da capacidade funcional, ocupacional, como para uma apropriada prescrição de exercícios atléticos e de reabilitação.<sup>11</sup> No entanto, os equipamentos comercializados apresentam alto custo, estando disponíveis em apenas grandes centros de pesquisa, hospitais de referência e centros de excelência em esporte de alto rendimento.

O objetivo do presente estudo foi substituir um condicionador de sinais comercial por um sistema de aquisição de baixo custo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O primeiro passo do presente trabalho foi a análise do dispositivo projetado e construído por Cortez<sup>12</sup> e a discussão sobre o processo de otimização do equipamento, visando baixar os seus custos.

Para analisar a força externa produzida pelo sistema musculoesquelético dos membros superiores, o autor utilizou um sistema de aquisição, no qual os sinais elétricos provenientes do circuito em ponte de “Wheatstone” formados pelos extensômetros foram transmitidos para um sistema de condicionamento de sinais, modelo Spider 8 (HBM, Darmstadt, Alemanha) e processado por software - Catman (versão 3.1, release 3, 1997-2000). A Figura 1 ilustra o sistema de aquisição formado pelo dispositivo construído, o sistema de aquisição e condicionamento de sinais e um computador.



Figura 1 - Sistema de aquisição: (A) computador, (B) Sistema de aquisição e condicionamento de sinais modelo SPIDER 8 e (C) Estação de Medição de Força.

O propósito deste estudo foi a substituição do item (B) do Sistema de Aquisição. Para tanto, foi idealizado um sistema dedicado (Figura 2), o qual é alimentado por uma bateria central de 12V. A ponte completa de “Wheatstone” é alimentada pela bateria central regulada em 9V. O sinal dos extensômetros apresenta uma variação de 0 a 30 mV, o qual é

amplificado e filtrado por um Condicionador de Sinais de fabricação própria, usando um LM 324. O sinal elétrico então passa a variar de 0 a 5V que serão tratados em uma entrada analógica de um Microcontrolador PIC. Os testes para registro e interpretação dos dados ocorrem através do software MyOpenLab.

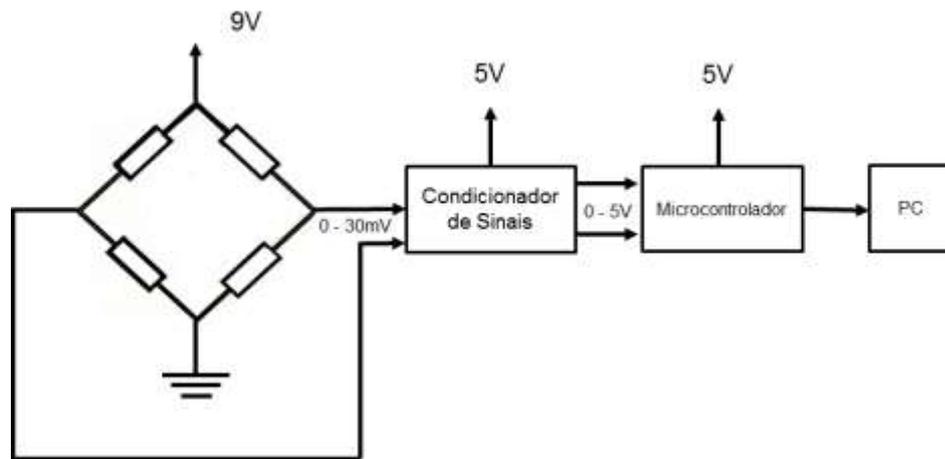


Figura 2: Diagrama em blocos do sistema de aquisição.

## RESULTADOS

Os resultados iniciais são apresentados a seguir. O Gráfico 1

apresenta a simulação do condicionador de sinais a partir de um sinal puro.

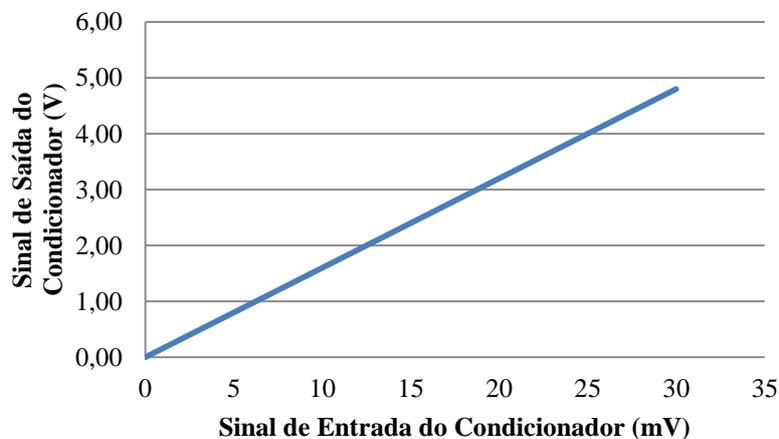


Gráfico 1 - Relação de entrada pela saída do Condicionador de Sinal.

## DISCUSSÃO

O condicionador de sinais está em fase de confecção e testes, utilizando sinais elétricos diretos de uma fonte de tensão variando de 0 a 30mV, para observar o ganho e a linearidade do mesmo. Observa-se que nesta fase ainda não foi utilizado o extensômetro para alimentar a entrada do condicionador, pois o objetivo deste teste foi observar a funcionalidade do mesmo. Os testes com extensômetros serão realizados em uma fase posterior, para calibração do dispositivo.

Após testes e aceitação do condicionador de sinal, integraremos os extensômetros (*strain gages*) ao sistema; então, nesta fase, faremos a calibração do dispositivo, que consiste

em aplicar massas conhecidas no ponto de aplicação de força pelo usuário do Dinamômetro Biomédico e posteriormente, medindo os sinais em tensão na saída do condicionador, os quais serão tratados pelo microcontrolador e apresentados em (N) para o operador do Dinamômetro.

Para finalizar o processo de aquisição de dados proveniente do sistema será implementado um software para fazer o registro e análise dos testes de força.

## Agradecimentos

Os autores do presente estudo agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

1. Freiburger E, Häberle L, Spirduso WW, Zijlstra GA. Long-Term effects of three multicomponent exercise interventions on physical performance and fall-related psychological outcomes in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2012;60(3):437-46.
2. Gusi N, Carmelo Adsuar J, Corzo H, Del Pozo-Cruz B, Olivares PR, Parraca JA. et al. Balance training reduces fear of falling and improves dynamic balance and isometric strength in institutionalised older people: a randomised trial. *J Physiother.* 2012;58(2):97-104.
3. Yang XJ, Hill K, Moore K, Williams S, Dowson L, Borschmann K, et al. Effectiveness of a targeted exercise intervention in reversing older people's mild balance dysfunction: a randomized controlled trial. *Phys Ther.* 2012;92(1):24-37.
4. Bohannon RW. Manual muscle testing: does it meet the standards of an adequate screening test? *Clin Rehabil.* 2005;19(6):662-7.
5. Bohannon RW. Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997;78(1):26-32.

6. de Groot JH, Rozendaal LA, Meskers CG, Arwert HJ. Isometric shoulder muscle activation patterns for 3-D planar forces: A methodology for musculo-skeletal model validation. *Clin Biomech* (Bristol, Avon). 2004;19(8):790-800.
7. Morse JL, Jung MC, Bashford GR, Hallbeck MS. Maximal dynamic grip force and wrist torque: The effects of gender, exertion direction, angular velocity, and wrist angle. *Appl Ergon*. 2006;37(6):737-42.
8. Madeleine P, Nie H, Arendt-Nielsen L. Dynamic shoulder dynamometry: a way to develop delay onset muscle soreness in shoulder muscles. *J Biomech*. 2006;39(1):184-8.
9. Garner BA, Shim J. Isometric shoulder girdle strength of healthy young adults. *Clin Biomech* (Bristol, Avon). 2008;23(1):30-7.
10. Cortez PJO, Tomazini JE, Valenti VE, Correa JR, Valenti EE, Abreu JL. A new device to measure isometric strength in upper limbs: comparison between dominant and non-dominant limbs. *Clinics* (Sao Paulo). 2011;66(2):351-4.
11. Brown LE, Weir JP. ASEP procedures recommendations I: accurate assessment of muscle strength and power. *Journal of Exercise Physiologyonline. J Exerc Physiol*. 2001;4:1-21.
12. Cortez PJO. Dispositivo para avaliar a força muscular dos membros superiores [Dissertação]. Guaratinguetá: FEG/UNESP; 2008. 118p.

**Correspondência:** Paulo José Oliveira Cortez - Faculdade de Medicina de Itajubá, - Endereço Completo: Avenida Renó Júnior, 368, São Vicente, Itajubá – MG. CEP: 37502-138. E-mail: drpaulocortez@gmail.com