



## MEDIÇÃO DA VELOCIDADE DE EXECUÇÃO DO TREINAMENTO RESISTIDO UTILIZANDO UM ACELERÔMETRO TRIAXIAL

Mayara de Sousa<sup>1</sup>, Leandro Schwarz<sup>2</sup>, Jony Laureano Silveira<sup>3</sup>, Wladimir Kulkamp<sup>4</sup>, Jonathan Ache Dias<sup>5</sup>, Noé Gomes Borges Júnior<sup>6</sup>

**Resumo:** Um dos fatores determinantes para a correta execução do treinamento resistido é a determinação da resistência. A fadiga criada pela resistência tem relação direta com a velocidade de execução do exercício. *Encoders* lineares atualmente utilizados para este tipo de medição não são práticos, possuem erros associados com a resposta em velocidade e não realizam a medição com outros graus de liberdade além do eixo vertical. Neste sentido, este trabalho objetiva o desenvolvimento e teste de um sistema que meça a velocidade de execução de exercícios resistidos utilizando um acelerômetro triaxial. O sistema adquire a aceleração, calcula a velocidade e armazena estes dados em um cartão SD.

**Palavras-chave:** Treinamento resistido. Acelerômetro. Fadiga. Programa de treinamento.

**Abstract:** *One of the determining factors for the correct execution of resistance training (RT) is the determination of the resistance; the fatigue generated by the resistance has a direct relation to the execution speed of the exercise. Linear encoders currently used for this type of measurement, are not practical, have errors associated with the response speed and do not perform measurements on other degrees of freedom beyond the vertical axis. In this sense, this work aims the design and testing of a system that measures the speed of execution of the RT using a triaxial accelerometer. The system acquires the acceleration, calculates the speed, and stores these data on a SD card.*

**Keywords:** Resistance training. Accelerometer. Fatigue. Training programs.

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Eletrônicos – *campus* Florianópolis – IFSC <mayarasousa2005@yahoo.com.br>.

<sup>2</sup> Professor do DAELN – *campus* Florianópolis – IFSC <schwarz@ifsc.edu.br>.

<sup>3</sup> Professor do DAELN – *campus* Florianópolis – IFSC <jony@ifsc.edu.br>.

<sup>4</sup> Professor do CEFID – UDESC <wkulkamp@hotmail.com>.

<sup>5</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UFSC <jonathanache@gmail.com>.

<sup>6</sup> Professor do CEFID – UDESC <noe.borges@udesc.br>.

### 1. INTRODUÇÃO

O trabalho do profissional de educação física nas academias de musculação e similares compreende prescrever programas de exercícios para clientes e monitorar sua atividade física. A execução correta do exercício prescrito, bem como a verificação da sua eficácia é realizada visualmente. Assim, a maioria das academias de musculação não emprega um método objetivo para avaliar a eficácia do treinamento. Em muitos casos, a verificação visual é prejudicada pelo número excessivo de tarefas que o profissional tem que realizar; se o número de clientes no treinamento é grande, é difícil para o profissional acompanhar o

treinamento de todos os usuários de forma adequada.

A verificação da eficácia do treinamento pode ser realizada através da detecção do ponto de fadiga durante a execução do exercício. Existem dois métodos clássicos para avaliar a fadiga muscular durante o treinamento resistido (TR): avaliação subjetiva, que não usa qualquer outro dispositivo além do método observacional, isto é, visualmente, e a avaliação objetiva, que usa um dispositivo eletromecânico, geralmente um *encoder* linear para medir a velocidade da execução dos exercícios.

O método observacional depende da experiência e da percepção do profissional de educação física para determinar visualmente as

mudanças sutis na velocidade de execução do TR. Independentemente da capacidade técnica e experiência do profissional, o método em si é propenso a imprecisões na medição. *Encoders*, por sua vez, não só exigem o uso de fios, mas também restringem sua aplicabilidade a exercícios de movimento uniaxial. As imprecisões de ambos os métodos pode levar a falhas na avaliação clínica do indivíduo.

A partir destes equipamentos, instrumentos têm sido desenvolvidos, e, recentemente, acelerômetros têm sido utilizados, com vantagem particular no que tange à praticidade e à possibilidade de medir o deslocamento não só sobre o eixo vertical, mas nos três eixos (x, y, z). Assim, a presente pesquisa tem como objetivo desenvolver um dispositivo para detecção de fadiga exercícios usando um acelerômetro triaxial.

Um dos fatores determinantes para a correta execução do TR é a determinação da resistência. Se esta é menor do que o recomendado, o indivíduo não irá desenvolver seu treinamento de forma adequada e, por conseguinte, não entrará no estado de fadiga, se for excessivo, o indivíduo estará sujeito a lesões musculares, bem como possíveis danos ao sistema cardíaco. Portanto, a fadiga tem uma relação direta com a velocidade de execução do TR e é um recurso importante para avaliar a eficácia do treinamento.

Por conseguinte, o desenvolvimento de um dispositivo que meça a velocidade de execução do TR utilizando acelerômetros triaxiais é uma ferramenta prática importante para a avaliação da execução correta do treinamento.

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e ensaio de um sistema para medir a velocidade de execução do exercício do TR utilizando um acelerômetro.

## 2. PROGRAMAS DE TREINAMENTO RESISTIDO

### 2.1. Treinamento resistido

Treinamento de resistência, também conhecido como treinamento de pesos, é considerado como sendo essencial em qualquer programa de exercício, seja na prática focada em saúde, esporte ou estética. A prescrição de TRs é baseada no planejamento da quantidade de resistência (normalmente expressa em quilogramas – kg) que o indivíduo deve empurrar ou puxar e o número de repetições que devem ser realizadas com esta resistência. Diferentes números de repetições causam diferentes adaptações fisiológicas; se a resistência está abaixo do recomendado, o indivíduo não irá desenvolver seu treinamento de forma adequada e, portanto, não entrará no estado de fadiga; se a resistência for

excessiva, o indivíduo estará propenso a lesões musculares, bem como possíveis danos ao sistema cardíaco. Por conseguinte, o programa de TR pode ser concebido visando o desenvolvimento da força muscular, hipertrofia (aumento da massa muscular) e/ou potência muscular (ACSM, 2009).

Recentemente, o controle da velocidade de execução das repetições passou a ser entendido como fundamental para a prescrição de TRs; diferentes adaptações fisiológicas estão relacionadas com o exercício em diferentes velocidades, mesmo porque a resistência e a velocidade de execução são inversamente proporcionais. Além disso, existe uma queda não proposital na velocidade de execução quando a última repetição possível numa determinada série (conjunto de repetições de um exercício realizado sem repouso) se aproxima. Os mecanismos de fadiga responsáveis por esta redução na velocidade do movimento podem ter origem central (ou neural) ou periférica (muscular) (BIRD, 2005).

A fim de identificar o momento em que a velocidade de execução de cada repetição dos exercícios diminui, Bosco *et al.* (1995) desenvolveram um instrumento chamado “*biorobot*”, com base em um equipamento terapêutico. Este equipamento utiliza um *encoder* linear com mecanismo retrátil ligado com um cabo para a ponta da barra de elevação ou para as placas das máquinas de exercício. O deslocamento vertical da carga é detectado pelo *encoder* e processado por um microcontrolador, fornecendo os dados sobre a velocidade média, a potência média e a aceleração do movimento (TOUS, 1999).

Vários outros equipamentos foram desenvolvidos usando transdutores lineares baseados no equipamento descrito por Bosco *et al.* (1995), mas o recente uso de acelerômetros triaxiais abre um novo conjunto de possibilidades, com vantagem particular no que diz respeito à praticidade e à possibilidade de medir a velocidade do movimento não se limitam a um eixo.

Portanto, a construção e validação de instrumentos práticos capazes de fornecer informações sobre a velocidade de cada repetição do TR é um instrumento válido para a área de Educação Física, bem como outras áreas das ciências do movimento humano, como reabilitação após a cirurgia ou o efetivo treinamento de atletas de alto nível.

### 2.2. Potência muscular

A potência muscular é a capacidade de produzir força muscular rapidamente para realizar uma atividade física específica. Ela é determinada pelo produto da curva de velocidade *versus* força (SCHMIDTBLEICHER, 1992).

A medição da potência muscular é essencial para a determinação da capacidade de treinamento de um indivíduo. Embora seja comumente utilizada para analisar a necessidade de rápida produção de força no esporte (SALE e NORMAN, 1991), a medição da potência muscular e da força muscular são variáveis importantes para avaliar as capacidades e limitações de um indivíduo para realizar tarefas cotidianas.

A maioria dos métodos de cálculo da potência muscular é realizada através da medição do tempo que se leva para deslocar uma massa através de uma distância vertical, portanto, a força muscular medida é afetada pela contribuição de outros músculos individuais ou outros grupos musculares.

A medição pode ser feita em laboratório, utilizando dinamometria isocinética. O teste isocinético é mais eficiente para a determinação da potência muscular a uma velocidade em particular, mas é ineficaz para replicar alguns movimentos das articulações.

O método chamado de “relação força-massa isoinercial” realiza a medição da potência muscular e da força muscular enquanto o indivíduo move uma massa constante. O método envolve um aparelho com um tubo preso em um trilho que restringe o seu movimento apenas na direção vertical, com um *encoder* rotativo ligado à barra para medição da velocidade.

A utilização de acelerômetros para medir a potência muscular foi proposto por Thompson e Bembem (1999). Eles aliam a capacidade de medição instantânea da aceleração durante o movimento com o baixo custo e pequeno tamanho dos dispositivos, e concluíram que era possível medir a força muscular instantaneamente (aceleração vezes massa) e a potência muscular através da velocidade em virtualmente qualquer tipo de exercício.

### 3. CONCEITOS FÍSICOS

#### 3.1. Acelerometria

Um acelerômetro é um dispositivo eletrônico para medir a aceleração. A aceleração é geralmente medida em força-G.

Se um acelerômetro é posicionado em repouso em relação a um referencial inercial na superfície da Terra, ele irá indicar 1 G apontando para baixo, porque os pontos da superfície da Terra estão sempre acelerando para o seu centro. Um acelerômetro caindo sem resistência do ar registraria aceleração zero.

Se é importante a adquirir a aceleração relativa, isto é, a aceleração de um objeto em relação à Terra, deve ser subtraído o efeito da gravidade e o erro causado pela rotação da Terra deve ser corrigido.

Einstein, em seu Princípio da Equivalência (Einstein *et al.* 1920), afirmou que “os efeitos da gravidade sobre um objeto são indistinguíveis de aceleração”.

A aceleração é medida no SI em “metros por segundo ao quadrado” ( $m/s^2$ ) e no sistema CGS em galileo (Gal), mas é popularmente conhecido em termos de força-G.

É necessário conhecer o valor da gravidade local para medir corretamente a aceleração de um objeto. Portanto, uma calibração deve ser realizada com o valor medido pelo dispositivo em repouso (ANALOG DEVICES, 2008), ou com um modelo da gravidade local.

A fim de obter a posição, uma integral dupla deve ser aplicada ao sinal. A integração dupla também pode ser realizada na forma de uma integração simples realizada duas vezes. A primeira integração gera as informações de velocidade, e a segunda integração gera as informações de posição (SEIFERT e CAMACHO, 2007).

A aceleração é a taxa de variação da velocidade de um objeto, isto é, a aceleração é a derivada da velocidade. Ao mesmo tempo, a velocidade é a taxa de mudança da posição, isto é, a velocidade é a derivada da posição. Portanto, se a aceleração de um objeto é dada, é possível calcular a velocidade integrando a sua aceleração ao longo do tempo, como mostrado em (1).

$$\vec{v}(t) = \int \vec{a}(t) \cdot dt \quad [1]$$

Uma vez que a velocidade é a derivada da posição, é também possível calcular a função da posição através da integral, conforme mostrado em (2).

$$\vec{s}(t) = \int \vec{v}(t) \cdot dt \quad [2]$$

Se a informação de velocidade não é necessária, a posição pode ser calculada diretamente através da aceleração, como demonstrado em (3).

$$\vec{s}(t) = \iint \vec{a}(t) \cdot dt \quad [3]$$

#### 3.2. Acelerômetros

Conceitualmente, um acelerômetro comporta-se como uma massa amortecida em uma mola. Se o acelerômetro é submetido a uma aceleração, a massa move-se para o ponto onde a mola é capaz de acelerar com a mesma intensidade que o dispositivo. O deslocamento é então medido para dar a aceleração.

Comercialmente, acelerômetros piezelétricos consistem em componentes, piezoresistivos ou capacitivos, que convertem o movimento mecânico em eletricidade. Acelerômetros piezelétricos podem ser constituídos de cerâmicas piezelétricas ou

cristais individuais, como turmalina e quartzo. Sua principal vantagem se reflete no desempenho superior em altas frequências, baixo peso e ampla faixa de temperatura de operação. Acelerômetros piezelétricos são principalmente indicados para a medição de choques mecânicos.

Os acelerômetros modernos, na maioria dos casos, são dispositivos MEMS (*Micro Electro-Mechanical Systems*), geralmente constituídos com uma massa sísmica em uma viga em balanço. Acelerômetros capacitivos são uma espécie de MEMS que conseguem um desempenho superior em baixas frequências, com alta estabilidade e linearidade.

Sob a influência de acelerações externas, a massa sísmica desvia de sua posição neutra; esta deflexão é então medida. Mais frequentemente, o parâmetro medido é a capacitância entre um conjunto de vigas fixas e um conjunto de vigas móveis ligadas à massa sísmica. Este método é simples, confiável e de baixo custo. Piezoresistores integrados nas molas podem ser utilizados para detectar a deformação e, portanto, o desvio.

Outro tipo de acelerômetro MEMS, muito menos comum, contém um pequeno aquecedor no fundo de uma cúpula muito pequena, que aquece o ar no interior da cúpula para fazê-lo subir. Um termopar no topo determina em que parte da cúpula o ar quente chega, e a diferença de temperatura do centro é a medida da aceleração aplicada ao sensor (PARALLAX, 2012).

Os acelerômetros MEMS mais comuns são projetados para operar em apenas uma dimensão. Pela integração de dois dispositivos perpendiculares entre si em um único *chip* é possível criar um acelerômetro capaz de operar em dois eixos. Ao adicionar um terceiro dispositivo perpendicular ao plano, um acelerômetro triaxial pode ser desenvolvido. Esta combinação tem sempre um desalinhamento muito menor do que três elementos discretos combinados da mesma maneira.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O equipamento foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), *campus* Florianópolis, e a coleta de dados foi realizada no Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (CEFID) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), em Florianópolis. O diagrama de blocos do equipamento desenvolvido é mostrado na Figura 1.

##### 4.1. Alimentação

A alimentação é composta por uma bateria alcalina de 9 V, a qual precisa ser convertida para 3,3 V a fim de alimentar todos os elementos do

projeto, para isso, um regulador de tensão LDO (*Low DropOut*) foi empregado.

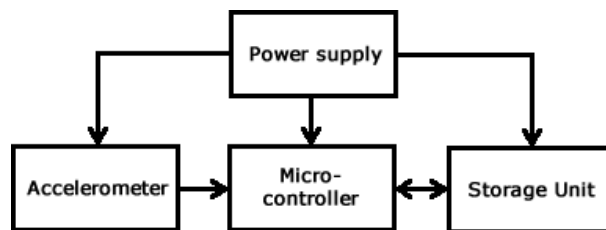


FIGURA 1 – Diagrama de blocos do equipamento.

O LDO selecionado foi o AMS1117CD da *Advanced Monolithic Systems*. Embora a corrente máxima consumida pelo circuito fique abaixo de 100 mA, o LDO escolhido é capaz de fornecer até 1 A. Este excesso é destinado a assegurar que o circuito tenha capacidade suficiente para alimentar as expansões futuras, por meio da adição de módulos de comunicação de rádio, tais como ZigBee ou Bluetooth.

##### 4.2. Acelerômetro

O acelerômetro selecionado é o MMA7260Q da Freescale Semiconductor. Este dispositivo é um acelerômetro capacitivo de baixo custo que integra um filtro passa-baixa de um pólo usando capacitores chaveados, compensação de temperatura e seleção de sensibilidade, que permite a selecionar entre quatro valores (1,5 G, 2 G, 4 G e 6 G). O dispositivo também inclui o modo *sleep*, o que o torna ideal para eletrônicos portáteis alimentados a bateria (FREESCALE, 2012).

Uma vez que uma pequena diferença no posicionamento do acelerômetro, por exemplo, uma inclinação pequena em um avião, ou uma pequena inclinação vertical, provocada pela solda do dispositivo, pode causar erros na detecção, um módulo pronto foi empregado.

O DC-SS009 (Figura 2) é um módulo acelerômetro triaxial fabricado pela Sure Electronics. O módulo contém o acelerômetro MMA7260Q e também inclui três RC filtros passa-baixas para minimizar o ruído do *clock*. O módulo consome 3  $\mu$ A no modo *sleep* e 500  $\mu$ A quando ativo (SURE ELECTRONICS, 2012).

A saída do MMA7260Q é um sinal analógico, por isso, é necessário utilizar um conversor externo A/D ou um microcontrolador com conversor A/D integrado.

##### 4.3. Microcontrolador

O ATmega328P é um microcontrolador de 8 bits baseado na arquitetura RISC avançada, pertencente à família AVR e de baixo consumo de energia.

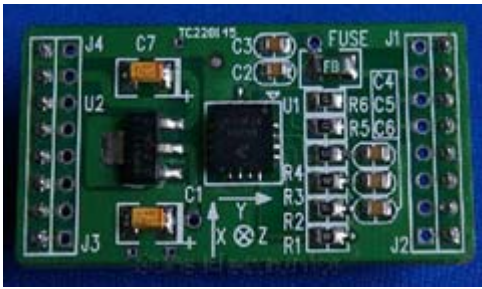


FIGURA 2 – Módulo DC-SS009.

Fonte: Modificado de SURE ELECTRONICS, 2012.

O ATmega328P alcança taxas que se aproximam de 1 MIPS por MHz porque é capaz de executar instruções poderosas em um único ciclo de *clock*, permitindo que o projetista do sistema otimize o consumo de energia em relação à velocidade de processamento (ATMEL, 2012). Um diagrama de blocos do microcontrolador é mostrado na Figura 3.

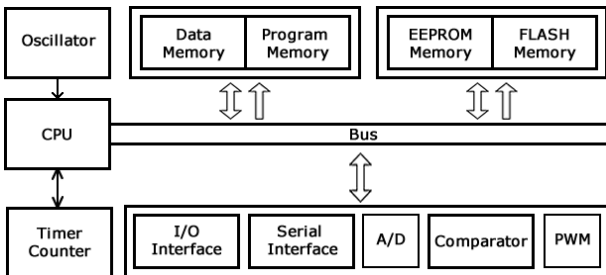


FIGURA 3 – Diagrama de blocos do microcontrolador.

O microcontrolador possui um conversor A/D multiplexado em seis canais. O sistema, portanto, utiliza quatro canais; três para monitorar os canais X, Y e Z e um para o controle da carga da bateria.

#### 4.4. Unidade de armazenamento

Vários tipos de unidades de armazenamento removíveis estão disponíveis, tais como *pen-drives*, discos rígidos externos, e cartões de mídia. Durante o desenvolvimento do projeto, o uso de cartões de memória mostrou-se a solução com a melhor relação custo-benefício porque, ao contrário dos dispositivos USB, que necessitam de controladores externos, eles requerem apenas um conector na placa.

O MultiMediaCard (MMC) é um cartão de memória *flash* padrão. Foi criado em 1997 pela SanDisk e pela Siemens AG, e é muito menor do que os sistemas anteriores, como o CompactFlash. O MMC originalmente utiliza uma interface serial de 1-bit, mas versões mais recentes da especificação permitem transferências de 4 ou 8 bits de cada vez. O MMC é menos comum que o cartão SD (*Secure Digital*), mas ainda tem uso significativo porque MMCs podem ser usados na maioria dos

dispositivos que suportam cartões SD (JEDEC, 2012).

O cartão SD é um padrão de armazenamento portátil amplamente utilizado em aplicações móveis. O nome é devido à sua característica de armazenar dados de direitos autorais assegurando um elevado nível de proteção contra a cópia ilegal.

Os cartões SD comunicam-se usando SPI (*Serial Peripheral Interface*), um barramento de comunicação síncrona *full-duplex* que permite a comunicação entre um dispositivo mestre e vários dispositivos escravos. Semelhante ao protocolo mestre-escravo normal, o mestre ativa um dispositivo escravo e inicia a comunicação (MICROCHIP, 2012).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. O sistema desenvolvido

A fim de avaliar a validade da utilização de acelerômetros para medir a velocidade de exercícios em RTs, um protótipo foi construído. Ele inclui um módulo acelerômetro DC-SS009, um módulo de cartão SD e um microcontrolador ATmega328. Os dados de aceleração dos três eixos são amostrados a 100 amostras por segundo, resultando em um período de, aproximadamente, 10ms entre cada amostra.

O protótipo mede 85 mm de comprimento e 70 mm de largura, e pesa 163,8 g, portanto, sua interferência na carga do exercício pode ser virtualmente ignorada.

### 5.2. Teste de campo

Após o protótipo ser conectado à máquina de exercícios, um voluntário iniciou uma série de exercícios de puxada reta. Os dados coletados foram armazenados no cartão SD para pós-processamento utilizando um *software* de cálculo matemático.

A aceleração foi medida em unidades de conversão. No gráfico mostrado na Figura 4, é possível observar um ruído de alta frequência, especialmente no início e no fim do teste.

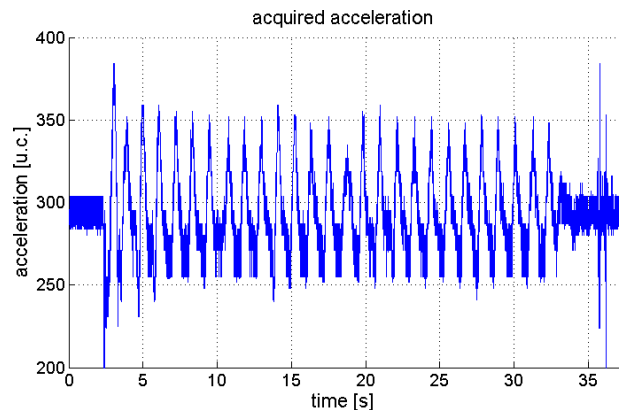
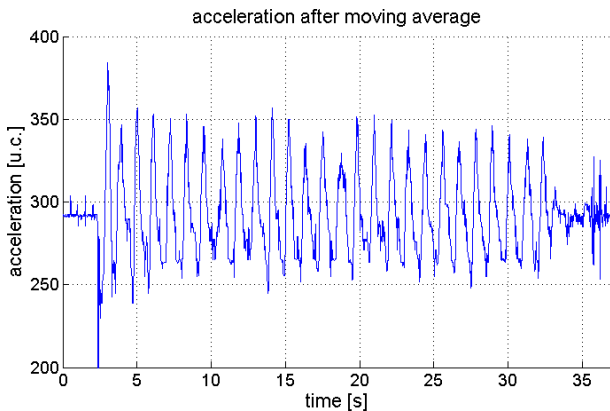


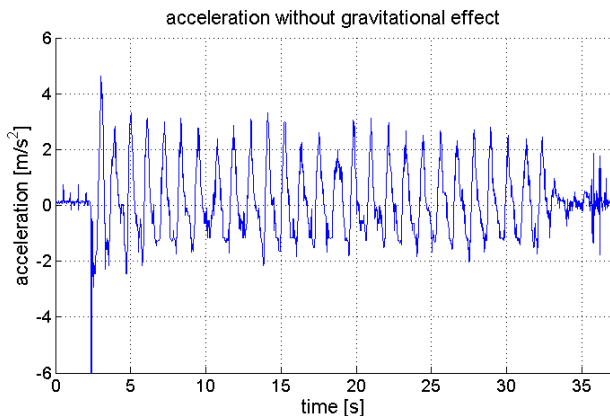
FIGURA 4 – Curva de aceleração em função do tempo de um exercício resistido.

Para suprimir o ruído de alta frequência, foi aplicado um filtro média-móvel de três amostras, resultando no gráfico mostrado na Figura 5. O filtro média-móvel é uma espécie de filtro passa-baixas, que objetiva minimizar a diferença entre amostras consecutivas.



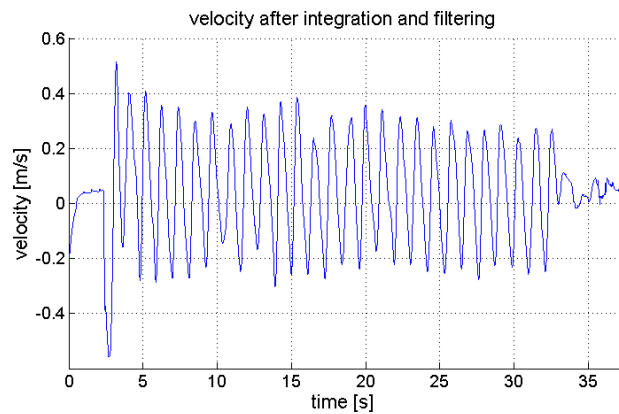
**FIGURA 5 – Curva de aceleração em função do tempo após a filtragem com média-móvel.**

Para traduzir as informações adquiridas em valores físicos de aceleração, é necessário converter os valores das unidades de conversão para metros por segundo ao quadrado. Isto é feito considerando a resolução do ADC, a referência de tensão do ADC, a sensibilidade do acelerômetro e o valor inicial do sistema de calibração. Assim, o efeito da gravidade sobre o eixo Z pode ser calculado e subtraído, resultando no gráfico da Figura 6.



**FIGURA 6 – Curva de aceleração em função do tempo após a compensação da gravidade.**

De acordo com a Equação 1, a velocidade é a integração de aceleração em função do tempo, por conseguinte, para calcular a velocidade, foi utilizado o método trapezoidal para integrar o sinal de aceleração. A velocidade resultante foi então filtrada para compensar os efeitos da conversão e aquisição de ruído e as vibrações no sistema de aquisição. O sinal de velocidade após o processamento é mostrado na Figura 7.



**FIGURA 7 – Curva de velocidade em função do tempo após processamento.**

## 6. CONCLUSÃO

O equipamento desenvolvido é pequeno, leve e, portanto, não interfere com a execução do exercício. As curvas mostram que o equipamento apresenta-se como uma alternativa viável para medir a velocidade de execução dos exercícios resistidos.

A miniaturização do equipamento permitirá o uso de baterias menores que possuem maior capacidade, por exemplo, baterias de lítio-íon.

Como uma alternativa, sugere-se substituir o módulo SD por uma interface de comunicação sem fio, tal como Bluetooth ou Zigbee, para transmitir os dados para uma estação de recepção, que será responsável pelo armazenamento e processamento dos dados. Desta forma, uma rede de comunicação com vários dispositivos pode ser criada.

A transmissão de dados a um computador e a criação de uma interface de computador para visualização e monitoramento da velocidade de execução do exercício, ajudará o profissional de educação física e pesquisadores que desejam estudar a eficácia da prescrição de exercícios de resistência.

## REFERÊNCIAS

- ACSM. **Position stand: Progression models in resistance training for healthy adults.** Med. Sci. Sports Exerc, vol. 41, n. 3, pp. 687-708, 2009.
- ANALOG DEVICES. **Accelerometer Design and Applications.** 2008.
- ATMEL. **ATmega328P Datasheet.** Disponível em <<http://www.atmel.com>>. Acessado em 12 mai. 2012.
- BIRD, S.; TARPENNING, K. M.; MARINO, F. E., **Designing resistance training programmes to enhance Muscular fitness: A review of the acute programme variables.** Sports Med, vol. 35, n. 10, pp. 841-851, 2005.

BOSCO, C.; BELLI, A.; ASTRUA, M.; TIHANYI, J.; POZZO, R.; KELLIS, S.; TSARPELA, O.; FOTI, C.; MANNO, R.; TRANQUILLI, C. **A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work.** Eur. J. Appl. Physiol., v. 70, p. 379-386, 1995.

EINSTEIN, A.; LAWSON, R. W.; GEROCH, R.; CASSIDY, D. C. **Relativity: The Special and General Theory.** New York: Henry Holt, 168 p., 1920.

FREESCALE. **MMA7260 Datasheet.** Disponível em <<http://www.freescale.com>>. Acessado em 13 mai. 2012.

JEDEC. **MultiMediaCard (MMC) Electrical Standard, Standard Capacity.** Jedec Standard JESD84-B41, 2007.

MICROCHIP. **SPI – Overview and Use of the PICmicro Serial Peripheral Interface.** Disponível em <<http://www.microchip.com>>. Acessado em 10 mai. 2012.

PARALLAX. **Accelerometer - Getting Started.** Disponível em <<http://www.parallax.com>>. Acessado em 12 mai. 2012.

SALE, D. G.; NORMAN, R. W. **Testing strength and power. Physiological testing of the high-performance athlete.** pp. 21-106, 1991.

SCHMIDTBLEICHER, D. **Training for power events.** Strength and power in sport, vol. 3, 1992.

SEIFERT, K.; CAMACHO, O. **Implementing Positioning Algorithms Using Accelerometers.** Freescale Semiconductor Application Note AN3397, 2007.

SURE ELECTRONICS. **DC-SS009 Datasheet.** Disponível em <<http://www.sureelectronics.net>>. Acessado em 11 mai. 2012.

THOMPSON, C. J.; BEMBEN, M. G. **Reliability and comparability of the accelerometer as a measure of muscular power.**, Medicine & Science in Sports & Exercise, vol. 31, n. 6, pp. 897-902, 1999.

TOUS, J.; **Nuevas tendencias en fuerza y musculación.** Barcelona: Ergo, 1999.