

Autores | Authors

Magda Maria Oliveira Inô*
[m.oliveira.ino@gmail.com]

Licymara Briane
Magalhães Da Silva**
[licymarabriane@hotmail.com]

Josilene Rosa de Sobral***
[josilenesobral.js@gmail.com]

Tatielly de Jesus Costa****
[tatiellycosta18@gmail.com]

Marcelo do Vale
Cunha*****
[celaocunha@gmail.com]

**ANÁLISE DE UM EXPERIMENTO DE MECÂNICA
UTILIZANDO O SOFTWARE LIVRE CvMOB****ANALYSIS OF AN EXPERIMENT OF MECHANICS USING
FREE SOFTWARE CvMOB**

Resumo: Com o avanço das tecnologias de base informática, novas perspectivas são alcançadas no ensino das ciências, em particular da Física. O CvMob é um *software* de código aberto que tem se mostrado uma boa alternativa para aplicações de ensino. O objetivo foi analisar a trajetória de uma bola e encontrar os valores da aceleração da gravidade e da força aplicada a ela. Foram realizadas filmagens de embaixadinha de futebol e de basquete. A partir dessas imagens, pontos ligados à bola foram marcados. O *software* CvMob foi utilizado, então, para analisar e determinar as variáveis cinemáticas da bola, obtendo-se o valor da aceleração da gravidade, posição e energia aplicada. Com os dados obtidos, encontraram-se valores de aceleração da gravidade de $9,5 \text{ m/s}^2$ e de $9,7 \text{ m/s}^2$, e a média de energia aplicada à bola pelo pé e pela mão foi de $0,18 \text{ J}$ e $4,36 \text{ J}$, respectivamente. Foi possível concluir que o CvMob é um programa útil e que pode ser utilizado em diversas áreas.

Palavras-chave: esporte, *software* de código aberto, física.

Abstract: With the advancement of computer-based technologies, new perspectives are reached in science teaching, in particular physics. CvMob is free software that has proven to be a good alternative for teaching applications. The objective was to analyze the trajectory of a ball and find the value of the acceleration of gravity and the force applied to it. Films were made of freestyle football and basketball where points connected to the ball were marked and CvMob software was used to analyze and determine the kinematic variables of the ball, obtaining the value of the acceleration of gravity, position and applied energy. The data obtained showed gravity acceleration values of 9.5 m/s^2 and 9.7 m/s^2 , and the average energy applied to the ball by the foot and the hand of 0.18 J and 4.36 J , respectively. It was possible to conclude that CvMob is a useful program and can be used in various areas.

Keywords: sport, software open source, physics.

Recebido em: 30/04/2018

Aceito em: 28/01/2020

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o uso de tecnologias de base informática vem abrindo novas perspectivas para o ensino das ciências, em particular da Física (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003). De acordo com Cunha *et al.* (2014), o CvMob é uma ferramenta que pode ser utilizada para o Ensino de Física, pois permitir a união do laboratório convencional com o laboratório virtual em experimentos de cinemática. Peña *et al.* (2013) validaram essa ferramenta, que se trata de um *software* de código aberto que utiliza técnicas de Visão Computacional com análise do fluxo de pixels em vídeos para localização e acompanhamento de padrões de imagens. Para a análise do movimento, o CvMob foi criado com o OpenCV e com bibliotecas Qt, sendo desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal da Bahia (CUNHA *et al.*, 2014).

O estudo do movimento humano é uma das vertentes da biomecânica. Riehle (2003) afirma que a Biomecânica trata de analisar, quantificar e compreender as relações básicas entre forças atuantes e movimentos ou deformações do tecido. Segundo Amadio e Serrão (2007, p. 61), a biomecânica é “uma disciplina entre as ciências derivadas das ciências naturais que se ocupa de análises físicas de sistemas biológicos, consequentemente, de análises físicas de movimentos do corpo humano”. Essa ciência torna-se base de medidas para cirurgias, tratamento de reabilitação e área de instrumentação, sendo também extremamente aplicada ao esporte e à ciência do esporte e, não menos importante, à indústria de produtos esportivos e próteses, entre outras aplicações. A Biomecânica utiliza ferramentas da Mecânica (mais precisamente da Dinâmica, uma das áreas da Física, assim como a Mecânica) para estudar os movimentos. Entre os procedimentos de medição em Biomecânica, existem diversos modelos aplicáveis à avaliação do movimento humano. Dos modelos existentes, podem ser citados a Cinemetria Baseada em Vídeo, a Cinecronofotografia, a Fotografia de Longa Exposição, o Footswitches, a Eletrogoniometria, entre outros. Com a existência de tantos modelos, uma das preocupações da Biomecânica é a precisão desses instrumentos de avaliação. Porém, toda a avaliação tem o seu erro-padrão embutido na sua medida.

A parte da mecânica que estuda e descreve os movimentos dos corpos é a cinemática, que busca descrever como se movem os corpos (FLORES; CLARO, 2005). Além disso, a cinemática procura estabelecer as formas geométricas das trajetórias dos corpos no espaço – se são retas ou curvas – e os intervalos de

tempo levados para percorrer todos os segmentos dessas trajetórias (PALANDI *et al.*, 2010).

No cotidiano, a ideia de movimento está associada a tudo que esteja em constante mudança. Entretanto, em Física, essa ideia de movimento se relaciona com a variação da trajetória em função do tempo, considerando a posição de um corpo em relação a outro corpo, que serve de referência.

A cinemática e a cinética são ramos da Dinâmica que se baseiam em análises de movimentos angulares e lineares do objeto. A primeira se baseia em parâmetros como posição, velocidade e aceleração, tanto para percursos lineares como para percursos angulares dos corpos. Já a cinética se baseia em parâmetros como força para estudos lineares, e em torques ou momentos de força, similares à ação da força, em movimentos angulares (PORTO, 2003).

Os conceitos-chave de distância percorrida, deslocamento, velocidade, trajetória, aceleração, tempo e referencial constituem a estrutura conceitual necessária para a descrição cinemática do movimento de corpos através de proposições e modelos matemáticos (GONÇALVES, 2016). Para que possamos descrever a cinemática de um movimento, faz-se necessário entender como a posição, a velocidade e a aceleração evoluem com o tempo.

Para a realização do experimento, utilizou-se o *software* CvMob, que é capaz de analisar as trajetórias e determinar as variáveis cinemáticas por meio do filme gravado. A ferramenta tem se mostrado uma boa alternativa para projetos de investigação ou aplicações de ensino. O CvMob está disponível para Windows, Linux e Mac OS (CVMOBUFBA, 2016).

Com isso, a análise da trajetória se dá a partir da marcação de pontos ligados ao objeto em estudo, a partir dos quais o *software* CvMob irá realizar o registro de cada movimento durante a filmagem, além de avaliar a progressão desse movimento. Através dessa análise, é possível descobrir a gravidade, a aceleração, a velocidade, a posição, o tempo e outras séries de grandezas físicas.

Neste estudo, o objetivo foi analisar de que forma se realiza a trajetória de uma bola quando lhe são aplicados movimentos de embaixadilha e de basquete, e, por meio disso, encontrar os valores da gravidade e da força aplicada a ela. A escolha das práticas para a análise se justifica pelo fato do basquete e do futebol serem esportes mundialmente conhecidos.

METODOLOGIA

Os materiais utilizados para a realização do experimento de basquete foram uma bola de basquete, uma trena, um tri-

pé e um aparelho *smartphone*. O experimento foi realizado na quadra de esportes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), *Campus* Barreiras, em dias distintos.

Para encontrar o valor da gravidade e o valor da força aplicada à bola, foi preciso obter a altura atingida pelas bolas utilizadas nos experimentos, o valor da gravidade local e as massas desses objetos. As análises foram realizadas com o uso do *software* CvMob, uma ferramenta de medida de precisão considerável e sem custo.

Foram escolhidos dois pontos distintos em uma faixa fixada na quadra poliesportiva, e o celular foi posicionado de forma que sua câmera estivesse perpendicular ao experimento, de tal forma que os pontos anteriormente escolhidos pudessem ser vistos, simultaneamente, durante a filmagem. Uma trena foi utilizada para medir a distância de um ponto a outro, necessária para a calibração do *software*. Em seguida, realizou-se o primeiro experimento, que consistiu, essencialmente, em realizar filmagens de uma pessoa executando embaixadinhas para análise da trajetória. Logo após, o segundo experimento foi executado, consistindo em realizar filmagens de uma pessoa realizando arremesso de uma bola de basquete no chão e caminhando no decorrer do segmento formado pela ligação dos dois pontos inicialmente marcados.

A aplicação do *software* é sensível à variação de foco ou a quaisquer movimentos que provoquem a variação da localização dos pontos fixados na tela de filmagem. Considerando a dificuldade em manter a câmera do aparelho *smartphone* numa mesma posição nas condições de filmagem, que foi realizada inicialmente apoiando a câmera sobre a mão de um dos membros do grupo, ambos os experimentos foram filmados várias vezes para obter ao menos um vídeo com características propícias para uso efetivo do CvMob, sendo por fim utilizado um tripé para maior estabilidade do aparelho.

Escolhidos os vídeos com menor ou nenhuma interferência perceptível, seguiu-se com a análise do movimento através do CvMob. Inicialmente, realizou-se a calibração do referido *software*, que consiste em informar nele a localização dos dois pontos pré-fixados e a distância entre eles. Concluída essa etapa, o programa fornece um estudo da trajetória envolvendo valores de tempo, velocidade, aceleração e posição.

Após análise crítica das informações obtidas, utilizou-se o *software* Excel, com suporte do bloco de notas do Windows, para encontrar equações matemáticas do movimento e gráficos relacionados às equações encontradas. A utilização do bloco

de notas se fez necessária devido à grande quantidade de informações a transferir e devido à divergência na escrita de valores decimais entre o CvMob e o Excel. Dessa forma, a edição dos dados no bloco de notas consistiu em substituir pontos por vírgulas, permitindo, assim, o reconhecimento dos dados pelo Excel.

Dos dados obtidos, foram construídos, então, os gráficos de trajetória da bola na vertical, em relação ao tempo de voo. Com a inserção dos gráficos, adicionou-se, ainda, a linha de tendência e o coeficiente de correlação (R^2).

Para encontrar o valor da força aplicada com o pé, na embaixadinha, e com a mão, no basquete, além da quantidade de energia perdida pela bola quando esta toca o chão, no caso do basquete, foram realizados cálculos de força resultante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com a utilização do CvMob após análise da trajetória para o experimento de embaixadinha são mostrados abaixo.

Tomando como base os valores obtidos no primeiro momento, em que a trajetória da bola segue o movimento de subida e conseqüente descida, foi inserido o gráfico da aceleração da bola em relação ao tempo (Gráfico 1), e utilizadas as colunas *Tempo* (zerado) x *Distância* (movimento na vertical).

A linha de tendência que melhor se ajustou ao gráfico foi a polinomial de ordem 2, sendo que o coeficiente de correlação encontrado foi $R^2 = 0,9969$, do qual pode-se concluir que a curva está bem ajustada.

A partir do Gráfico 1 apresentado, foi encontrada a equação de segundo grau (1), concordante com o modelo físico:

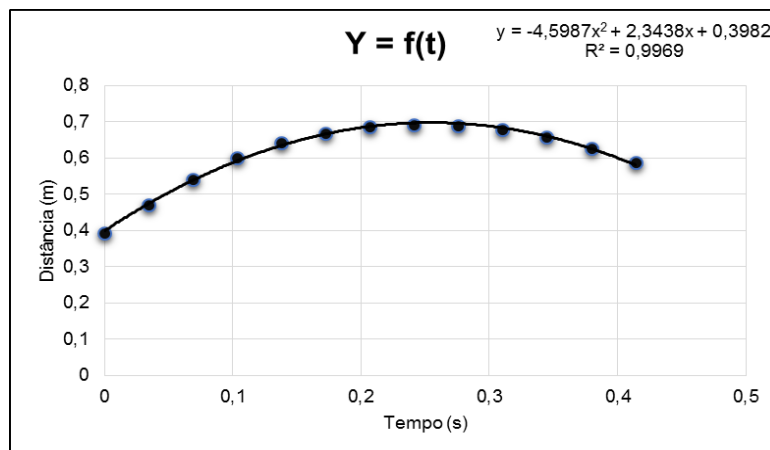
$$y = ax^2 + bx + c \quad (1)$$
$$y = -4,5987x^2 + 2,3438x + 0,3982$$

Assim, substituindo os valores encontrados no experimento, encontrou-se o valor de $9,26 \text{ m/s}^2$ para a aceleração da gravidade local.

O procedimento foi realizado uma segunda vez, empregando os dados do segundo momento do experimento, no qual a trajetória da bola segue o movimento de descida, obtendo-se assim um segundo gráfico (Gráfico 2).

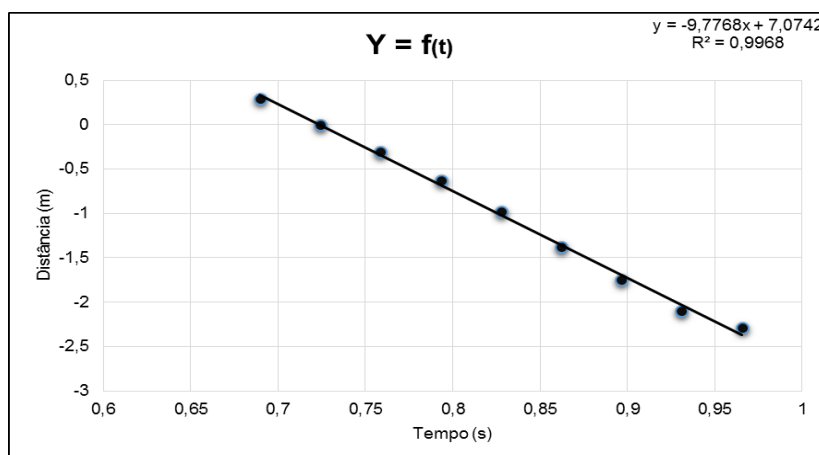
A linha de tendência que melhor descreve os dados experimentais foi a linear, sendo que o coeficiente de correlação encontrado foi $R^2 = 0,9968$, do qual pode-se concluir que a curva

Gráfico 1 – Trajetória da bola na vertical em relação ao tempo, obtida no experimento de embaixadilha no primeiro momento



Fonte: elaborado pelos autores.

Gráfico 2 – Trajetória da bola na vertical em relação ao tempo, obtida no experimento de embaixadilha no segundo momento



Fonte: elaborado pelos autores.

está bem ajustada. A equação (2) encontrada foi concordante com o modelo físico, sendo uma equação do tipo linear:

$$y = ax + b \quad (2)$$

Utilizando a fórmula de velocidade na vertical foi possível obter a equação (3):

$$V_y = V_0y - gt \quad (3)$$

Substituindo os valores obtidos na equação linear do grá-

fico na equação (3), pode-se concluir que o valor da aceleração da gravidade apresentada naquele ponto foi de $9,78 \text{ m/s}^2$.

Com a média dos dois valores de gravidade encontrados, aproximadamente $9,3 \text{ m/s}^2$ e $9,8 \text{ m/s}^2$, respectivamente, obteve-se um valor de gravidade igual a $9,5 \text{ m/s}^2$. Por meio desse valor, foram realizados cálculos para encontrar a energia transferida pelo pé à bola, que foi obtida utilizando a média da força resultante de dois momentos. O cálculo utilizado para encontrar o trabalho da força resultante (W_f) está expresso na equação (4):

$$W_f - E_p = \Delta E \quad (4)$$

Com a energia potencial (E_p) e a variação de energia (ΔE), tem-se as equações (5) e (6):

$$E_p = m \times g \times h \quad (5)$$

$$\Delta E = [m \times (V^2/2)]_f - [m \times (V^2/2)]_i \quad (6)$$

Dados os valores de $Y(\text{máx}) = 0,77 \text{ m}$ e $Y(\text{mín}) = 0,45 \text{ m}$, foi possível encontrar o valor de h através da equação (7):

$$h = Y_{\text{máx}} - Y_{\text{mín}} \quad (7)$$

Substituindo os valores da aceleração da gravidade $g=9,5 \text{ m/s}^2$, da massa da bola $m = 0,45 \text{ kg}$ e de $h_i = 0,32 \text{ m}$ na equação (5), foi possível obter o valor da energia potencial (E_p), descrita abaixo:

$$E_p = 0,45 \times 9,5 \times 0,32$$

$$E_p = 1,37 \text{ J}$$

Com os valores de $V_i = 2,34 \text{ m/s}$ e $V_f = 0,43 \text{ m/s}$, e utilizando a equação (6), foi possível encontrar a variação de energia (ΔE_1), dada por:

$$\Delta E_1 = [0,45 \times (0,43^2/2)] - [0,45 \times (2,34^2/2)]$$

$$\Delta E_1 = - 1,19 \text{ J}$$

Esse valor negativo indica que o trabalho foi realizado contra o sentido da força da gravidade. Com isso, foi possível substituir os valores de $\Delta E_1 = - 1,19 \text{ J}$ e $E_p = 1,37 \text{ J}$ na equação (4):

$$W_f = \Delta E + E_p$$

$$W_f = - 1,19 + 1,37$$

$$W_f = 0,18 \text{ J}$$

Portanto, no primeiro momento, o pé transferiu à bola uma energia de $0,18 \text{ J}$.

Para o experimento de basquete, os resultados obtidos com a utilização do CvMob após análise da trajetória foram os expressos abaixo.

Tomando como base os valores obtidos com a trajetória da bola na vertical, em relação ao tempo, foi inserido o gráfico de aceleração da bola (Y) em relação ao tempo (Gráfico 3), no qual foram utilizadas as colunas Tempo (zerado) x Y (movimento na vertical).

A linha de tendência que melhor se ajustou ao gráfico foi a polinomial de ordem 2, sendo que o coeficiente de correlação encontrado foi $R^2 = 0,9999$, do qual se pode concluir que a curva está bem ajustada.

A partir do Gráfico 3 apresentado, foi novamente encontrada a equação de segundo grau, equação (1), concordante com o modelo físico:

$$y = - 4,7488x^2 + 5,7864x - 0,1143$$

Com os valores obtidos da equação (1), foi possível encontrar o valor da aceleração da gravidade local, que foi de $9,5 \text{ m/s}^2$.

Novamente, foi realizado o procedimento, dessa vez empregando os dados do segundo momento do experimento e obtendo-se um segundo gráfico (Gráfico 4).

A linha de tendência que melhor se ajustou ao gráfico foi a polinomial de ordem 2, sendo que o coeficiente de correlação encontrado foi $R^2 = 0,9985$, do qual se pode concluir que a curva está bem ajustada.

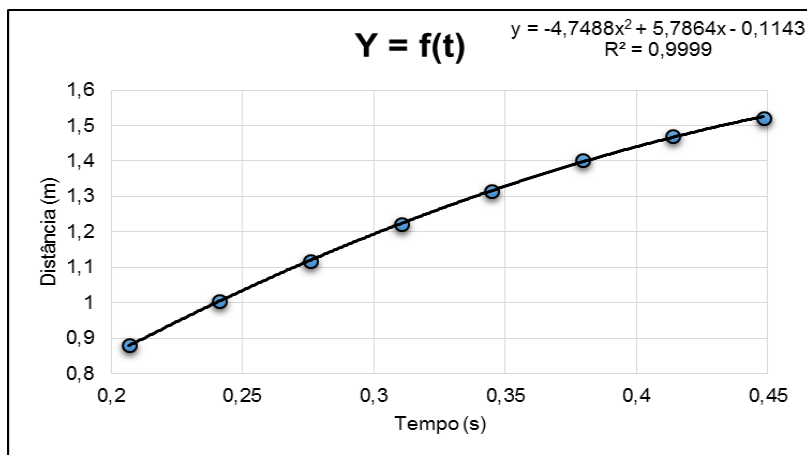
Foi encontrada uma equação de segundo grau, a mesma representada na equação (1), que está de acordo com o modelo físico:

$$y = - 4,9544x^2 + 11,805x - 5,5178$$

Através da equação (1), foi possível concluir que o valor da gravidade naquele local foi de $9,9 \text{ m/s}^2$.

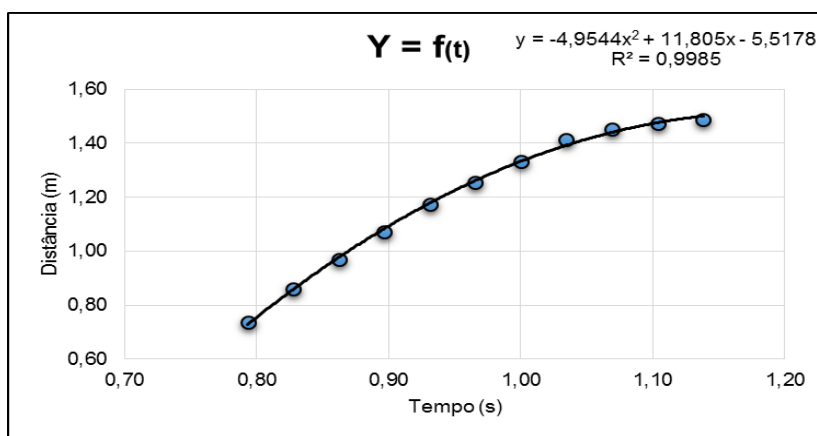
Com a média dos dois valores de gravidade encontrados, $9,5 \text{ m/s}^2$ e $9,9 \text{ m/s}^2$, obteve-se um valor de gravidade igual a $9,7 \text{ m/s}^2$. Através desse valor, foram realizados cálculos para encontrar a energia transferida pela mão à bola, que foram obtidos utilizando a média da força resultante de dois momentos.

Gráfico 3 – Trajetória da bola na vertical em relação ao tempo no experimento de basquete, primeiro momento



Fonte: elaborado pelos autores.

Gráfico 4 – Trajetória da bola na vertical em relação ao tempo no experimento de basquete, segundo momento



Fonte: elaborado pelos autores.

O cálculo utilizado para encontrar o trabalho da força resultante (W_r) está expresso na equação (8):

$$W_r + E_p = \Delta E \quad (8)$$

Com a energia potencial (E_p) e a variação de energia (ΔE), tem-se as equações (5) e (6), as mesmas utilizadas no experimento de embaixadinhas.

Dados os valores da gravidade, $g = 9,7 \text{ m/s}^2$, da massa da bola, $m = 0,59 \text{ kg}$, e os valores de $Y_1 = 1,54 \text{ m}$ e $Y_2 = 0,76 \text{ m}$, é possível encontrar o valor de h_1 – novamente, através da equa-

ção (8) –, obtendo-se $h_1 = 0,78 \text{ m}$. Aplicando esses valores na equação (5), foi possível obter o valor da energia potencial (E_p) descrita a seguir:

$$E_{p1} = 0,59 \times 9,7 \times 0,78$$

$$E_{p1} = 4,46 \text{ J}$$

Foram obtidos também os valores de $V_i=1,48$ m/s e $V_f=5,53$ m/s. Utilizando a equação (6), é possível encontrar a variação de energia (ΔE_1), dada por:

$$\Delta E_1 = [0,59 \times (5,53^2/2)] - [0,59 \times (1,48^2/2)]$$

$$\Delta E_1 = 8,38 \text{ J}$$

Com isso, é possível obter a energia fornecida pela mão substituindo os valores de $E_{p1} = 4,46$ J e $\Delta E_1 = 8,38$ J na equação (4):

$$W_{f1} = \Delta E_1 - E_{p1}$$

$$W_{f1} = 8,38 - 4,46$$

$$W_{f1} = 3,92 \text{ J}$$

Portanto, o trabalho realizado pela mão, no primeiro momento, foi de 3,92 J.

Para obter os valores do segundo momento, foram utilizados os dados de $Y_3 = 1,48$ m e $Y_4 = 0,83$ m. Encontrou-se o valor de $h_2 = 0,65$ m.

Aplicando esses valores na fórmula da energia potencial (equação (5)), têm-se:

$$E_{p2} = 0,59 \times 9,7 \times 0,65$$

$$E_{p2} = 3,7 \text{ J}$$

Encontrado os valores de $V_i = 1,34$ m/s e $V_f = 5,53$ m/s, foi encontrada a variação de energia (ΔE_2) através da equação (6):

$$\Delta E_2 = [0,59 \times (5,53^2/2)] - [0,59 \times (1,34^2/2)]$$

$$\Delta E_2 = 8,49 \text{ J}$$

Assim, foi possível obter a energia fornecida pela mão no segundo momento utilizando a equação (4):

$$W_{f2} = \Delta E - E_p$$

$$W_{f2} = 8,49 - 3,7$$

$$W_{f2} = 4,8 \text{ J}$$

Portanto, o trabalho realizado pela mão, no segundo momento, foi de 4,8 J.

Utilizando a média desses dois valores do trabalho realizado pela mão, no primeiro e no segundo momento, foi possível encontrar, através da equação (9), o trabalho realizado pela mão à bola:

$$W_f = (W_{f1} + W_{f2})/2 \quad (9)$$

$$W_f = (3,92 + 4,8)/2$$

$$W_f = 4,36 \text{ J}$$

Portanto, o trabalho aplicado pela mão à bola foi de 4,36 J.

Foram realizados, igualmente, cálculos para encontrar a quantidade de energia perdida pela bola quando ela toca o chão. Para esses cálculos, foram utilizados os valores de $V_i = 3,54$ m/s e $V_f = 3,63$ m/s. Foi utilizada a equação (10) para encontrar a energia inicial (E_i) e a energia final E_f :

$$E = (m \times V^2)/2 \quad (10)$$

$$E_i = (0,59 \times 3,54^2)/2$$

$$E_i = 3,69 \text{ J}$$

$$E_f = (0,59 \times 3,63^2)/2$$

$$E_f = 3,88 \text{ J}$$

A variação de energia (ΔE) é dada pela equação (11):

$$\Delta E = E_f - E_i \quad (11)$$

$$\Delta E = 0,19 \text{ J}$$

Com isso, conclui-se que a quantidade de energia que a bola perde quando toca o chão é de 0,19 J.

Para Carneiro (2015), que buscou avaliar a confiabilidade do CvMob em uma avaliação bidimensional da marcha humana, o CvMob mostrou-se uma ferramenta confiável na análise do movimento linear de trajetórias e comprimentos. Também

foi indicado pela autora que o sistema apresenta a capacidade de ser usado por diferentes avaliadores.

Patrício (2016) verificou a precisão do CvMob na avaliação da postura de indivíduos com HAM/TSP e, após as análises, os dados obtidos comprovaram que as médias dos ângulos avaliados pelo CvMob foram precisos no diagnóstico postural. Com isso, o software foi considerado adequado para ser utilizado na avaliação da postura em condições de saúde e de instabilidade.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos foram satisfatórios, uma vez que, com esse experimento, foi possível analisar as trajetórias de uma bola quando aplicados a ela movimentos de basquete e embaixadinhas. Além disso, por meio dessas análises, foi possível encontrar o valor da gravidade e a força aplicada à bola.

Os resultados demonstram, portanto, que o CvMob é um programa versátil que pode ser utilizado em diversas áreas.

REFERÊNCIAS

AMADIO, A. C.; SERRÃO, J. C. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. **Rev. Bras. Educ. Fís. Esp.**, São Paulo, v. 21, p. 61-85, dez. 2007.

CARNEIRO, A. P. G. Q. **Validação do software de análise do movimento CVMOB para avaliação da marcha humana**. 2015. 77 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador. 2015.

CUNHA, M. V.; MARTINEZ, L. P. N. R.; FIGUEIREDO, T. C.; PENA, N.; MIRANDA, J. G. V. **Laboratórios real e virtual para o Ensino de Física em uma só ferramenta: CVMob**. p. 1-453. Anais [do] Computer on the Beach. Florianópolis/SC, 2014.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, set. 2003.

FLORES, P.; CLARO, J. C. P. **Cinemática de Mecanismos – Introdução ao Estudo de Mecanismos**. Guimarães, 2005.

GONÇALVES, Edson. **Um Estudo do Conteúdo Estruturante “Movimentos” por meio de Experimentos com o Trilho Multifuncional**. Londrina: [s/n], 2016. 68 f.

PALANDI, J. *et al.* **Cinemática e Dinâmica**. Universidade Federal de Santa Maria – Departamento de Física. Santa Maria – RS, 2010.

PATRÍCIO, N. A. **Acurácia do CvMob na avaliação postural em indivíduos com HAM/TSP**. 2016. 66 f. Dissertação (mestrado) – Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador. 2016.

PEÑA, N.; CREDIDIO, B. C.; CUNHA, M. V.; MARTINEZ, L. P. N. R.; FRANÇA, L. G. S.; SOUSA, M. C.; VIEIRA, J. P.; MIRANDA, J. G. V. Instrumento Livre para Medidas de Movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. A, p. 1-10, 2013.

UFBA. **CvMob**. Disponível em: <https://sites.google.com/site/cvmobufba/>. Acesso em: 01 jan. 2020.

CURRÍCULOS

* Engenheira de Alimentos pelo Instituto Federal da Bahia. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0378313423321354>

** Graduanda em Engenharia de Alimentos pelo Instituto Federal da Bahia. Afiliação: Instituto Federal da Bahia (IFBA). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7129171378515236>

*** Graduanda em Engenharia de Alimentos pelo Instituto Federal da Bahia. Afiliação: Instituto Federal da Bahia (IFBA). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4926224081999276>

**** Graduanda em Engenharia de Alimentos pelo Instituto Federal da Bahia. Afiliação: Instituto Federal da Bahia (IFBA). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8255584037213144>

***** Doutorando em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial pelo SENAI. Afiliação: Instituto Federal da Bahia (IFBA). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3566536760711808>