

# Bases da Saúde e Engenharia Biomédica

Lais Daiene Cosmoski  
Fabrício Loreni da Silva Cerutti  
(Organizadores)



 **Atena**  
Editora

Ano 2018

Lais Daiene Cosmoski  
Fabrício Loreni da Silva Cerutti  
(Organizadores)

# Bases da Saúde e Engenharia Biomédica

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

### **Conselho Editorial**

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

B299 Bases da saúde e engenharia biomédica [recurso eletrônico] /  
Organizadores Lais Daiene Cosmoski, Fabrício Loreni da Silva  
Cerutti. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Bases da  
Saúde e Engenharia Biomédica; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-67-3

DOI 10.22533/at.ed.673183110

1. Biomedicina. 2. Ciências médicas. 3. Medicina – Filosofia.  
4. Saúde. I. Cosmoski, Lais Daiene. II. Cerutti, Fabrício Loreni da  
Silva. III. Série.

CDD 610

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

No campo da educação, uma nova área vem se mostrando muito atuante quando consideramos as bases da saúde, a Engenharia Biomédica desenvolve equipamentos e programas de computador que auxiliam e conferem mais segurança aos profissionais da área da saúde, no diagnóstico e tratamento de doenças.

A Coletânea Nacional “Bases da Saúde e Engenharia Biomédica” é um *e-book* composto por 33 artigos científicos, dividido em 2 volumes, que abordam assuntos atuais, como a importância dos equipamentos de proteção individual, o funcionamento de dos hospitais e a implantação de novas tecnologias, otimização de exames já utilizados como a ultrassonografia, utilização de novas tecnologias para o diagnóstico e tratamento de patologias, assim como análise de várias doenças recorrentes em nossa sociedade, vistas a partir de uma nova perspectiva.

Tendo em vista, a grande evolução no campo da saúde, a atualização e de acesso a informações de qualidade, fazem-se de suma importância, os artigos elencados neste *e-book* contribuirão para esse propósito a respeito das diversas áreas da engenharia biomédica trazendo vários trabalhos que estão sendo realizados sobre esta área de conhecimento.

Desejo a todos uma excelente leitura!

Lais Daiene Cosmoski

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A IMPORTÂNCIA DO USO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL PELOS PROFISSIONAIS DA SAÚDE NA UTI ADULTO	
Elisângela de Andrade Aoyama Jéssica Conceição Silva Thaina Pereira Dos Santos Rafael Assunção Gomes de Souza Elivânia Rodrigues de Souza Assunção Ludmila Rocha Lemos	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>5</b>
REQUISITOS PARA IMPLANTAÇÃO DE LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE	
Ana Beatriz Delavia Thomasi Marcos Aurélio da Silva Vianna Filho Daniel Gomes de Moura	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>14</b>
GESTÃO DE RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE: ANÁLISE DA EFETIVIDADE DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE EM UM SETOR CLÍNICO DE UM HOSPITAL DE GRANDE PORTE	
Justino Batista Vieira Neto Victor Hugo de Freitas Morales Roger Amaral Pires Homero Castro Oliveira Yuri Cassiolato Silva Alessandra Bauab Azar	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>22</b>
A TELECONSULTORIA NO ÂMBITO DA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE	
Franciele Guimarães de Brito Aurélia Aparecida de Araújo Rodrigues João Batista Destro Filho	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>30</b>
A CONFIABILIDADE DA ULTRASSONOGRRAFIA MAMÁRIA NO RASTREIO E DIAGNOSE DO CÂNCER DE MAMA EM MULHERES ACIMA DE 70 ANOS	
Veronica de Lima Gonçalves Alessandra Crispim Rosa Adriano Oliveira Andrade Adriano Alves Pereira Selma Terezinha Milagre	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>37</b>
ULTRASSOM DIAGNÓSTICO COMO TÉCNICA PARA A ESTIMATIVA NÃO INVASIVA DE TEMPERATURA VISANDO NANOTERAPIAS TÉRMICASD.J.P. de Faria	
Denyel Jefferson Prado de Faria Cristhiane Gonçalves	

Gustavo Capistrano  
Andris Figueroa Bakuzis.

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>45</b>
ASPECTOS GERAIS DA <i>Calêndula Officinalis L.</i> E DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE	
Vânia Thais Silva Gomes	
Raimundo Nonato Silva Gomes	
Maria Silva Gomes	
Francileine Rodrigues da Conceição	
Erick Giovanni Reis da Silva	
Larissa Vanessa Machado Viana	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>55</b>
LECTINA LIGANTE DE MANOSE (MBL): ASPECTOS BIOQUÍMICOS E FUNCIONAIS	
Carmem Gabriela Gomes de Figueiredo	
Luciane Alves Coutinho	
Marizilda Barbosa da Silva	
Maria Soraya Pereira Franco Adriano	
Claudenice Rodrigues do Nascimento	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>71</b>
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O USO DE <i>SMARTPHONES</i> PARA REALIZAÇÃO DE ELETROCARDIOGRAMAS NA ISQUEMIA E NA FIBRILAÇÃO ATRIAL	
Rodrigo Penha de Almedida	
João Batista Destro Filho	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>77</b>
PROPOSTA DE UM SISTEMA DE ELETROESTIMULAÇÃO PARA ESTUDOS DE CONDUÇÃO NERVOSA	
Sandra Cossul	
Felipe Rettore Andreis	
Mateus André Favretto	
Jefferson Luiz Brum Marques	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>86</b>
ELETRODOS PARA PROCEDIMENTO DE ABLAÇÃO HEPÁTICA POR RADIOFREQUÊNCIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
Joziane Porcino da Silva	
Suelia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa	
Jocyellen Christyne da Silva Casado	
Vitor Meireles Oliveira	
Juliana Aparecida Elias Fernandes	
Vera Regina Fernandes da Silva Marães	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>96</b>
ELETROMIOGRAFIA DOS MÚSCULOS ABDOMINAIS EM EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO DO TRONCO COM DIFERENTES SUPERFÍCIES INSTÁVEIS	
Frederico Balbino Lizardo	
Phillipe Rodrigues Alves Santos	
Gilmar da Cunha Sousa	

Fabio Clemente Gregorio  
Franciel José Arantes  
Carlos Eduardo da Silva Pereira  
Fausto Bérzin  
Delaine Rodrigues Bigaton

**CAPÍTULO 13 ..... 107**

ATIVIDADE ELETROMIGRÁFICA DOS MÚSCULOS DO ASSOALHO PÉLVICO, GLÚTEO E GRÁCIL DURANTE O AGACHAMENTO

Carina Oliveira dos Santos  
Marcone Lopes da Silva  
Patrícia Virgínia Silva Lordêlo Garboggini  
Chantele dos Santos Souza  
Ana Cecília Silva Combes  
Hernane Borges de Barros Pereira  
Marcelo Albano Moret Simões Gonçalves

**CAPÍTULO 14 ..... 116**

OBTENÇÃO DOS PERFIS DE VELOCIDADE E ACELERAÇÃO ANGULAR DE UM MOVIMENTO DE TREINAMENTO DO JUDÔ

Thiago Gomes Cardoso  
Márcio Peres de Souza  
Cleudmar Amaral de Araújo  
Lucas Pereira Ferreira de Rezende

**CAPÍTULO 15 ..... 124**

UTILIZAÇÃO DE UM SENSOR LDR PARA TESTE E MEDIÇÃO DE SENSIBILIDADE RADIOATIVA EM APARELHO DE RAIOS X

Edgard Rogério Siqueira Vasconcelos  
Lourdes Mattos Brasil  
Leandro Xavier Cardoso  
Georges Daniel Amvame Nze  
Rafael Assunção Gomes de Souza  
Elivânia Rodrigues de Souza Assunção  
Wagner Ribeiro Teixeira

**CAPÍTULO 16 ..... 133**

SISTEMA DE AQUISIÇÃO DO SINAL MIOELÉTRICO PARA PRÓTESES DE MEMBRO SUPERIOR

Bruna Souza Morais  
Samuel Lourenço Nogueira  
Thiago Luiz de Russo  
Arlindo Neto Montagnoli

**CAPÍTULO 17 ..... 141**

SENSORES À FIBRA ÓPTICA MICROESTRUTURADA BASEADOS NA RESSONÂNCIA DE PLÁSMONS DE SUPERFÍCIE

Márcia Fernanda da Silva Santiago  
Arthur Aprígio de Melo  
Talita Brito da Silva  
Rossana Moreno Santa Cruz  
Cleumar da Silva Moreira

**CAPITULO 18 ..... 151**

SERIOUS GAME PARA APRENDIZAGEM DE CIRURGIAS COM ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL

Thalison Carlos Fernandes Gomes

Luciene Chagas de Oliveira

Eduardo Chagas de Oliveira

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 158**

## OBTENÇÃO DOS PERFIS DE VELOCIDADE E ACELERAÇÃO ANGULAR DE UM MOVIMENTO DE TREINAMENTO DO JUDÔ

### Thiago Gomes Cardoso

Universidade Federal de Uberlândia, Laboratório de Projetos Mecânicos Henner Alberto Gomide  
Uberlândia - MG

### Márcio Peres de Souza

Universidade Federal de Uberlândia, Laboratório de Projetos Mecânicos Henner Alberto Gomide  
Uberlândia - MG

### Cleudmar Amaral de Araújo

Universidade Federal de Uberlândia, Laboratório de Projetos Mecânicos Henner Alberto Gomide  
Uberlândia - MG

### Lucas Pereira Ferreira de Rezende

Universidade Federal de Uberlândia, Laboratório de Projetos Mecânicos Henner Alberto Gomide  
Uberlândia - MG

**RESUMO:** É comum na literatura a associação da prática de exercícios físicos com o nível de qualidade de vida, denotando, dessa forma, sua importância. Outro fato, também bastante presente, é a relevância da correta manipulação de parâmetros como velocidade e sobrecarga para a obtenção de resultados expressivos no treinamento muscular. Porém, são pouco recorrentes estudos que visem o desenvolvimento de equipamentos para treinamento muscular os quais consigam gerar resistência ao movimento levando em conta os princípios biomecânicos intrínsecos ao corpo

humano, ou seja, que levem em consideração a variação de torque produzido em uma articulação de acordo com a velocidade do movimento e com a variação da posição angular dessa articulação. Visto isso, o presente trabalho visa obter parâmetros de velocidade e aceleração angular de um gesto motor articular pré-definido visando o desenvolvimento de um dispositivo de treinamento que atenda ao princípio da especificidade e que forneça uma resistência ao movimento sempre próximo à máxima capacidade de geração de força de um determinado grupo muscular, mesmo em velocidade e posições angulares variáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** biomecânica, especificidade, treinamento muscular, resistência variável.

**ABSTRACT:** It is common in the literature to associate the practice of physical exercises with the level of quality of life denoting, thus, its importance. Another fact, also quite present, is the relevance of correct manipulation of parameters such as speed and overload to obtain expressive results in muscle training. However, there are few studies that aim to develop equipment for muscle training that can generate resistance to movement taking into account the biomechanical principles intrinsic to the human body, in other words, taking into account the variation of torque produced in a

joint according with the speed of movement and the variation of the angular position of the joint. Considering this, the present work aims to developed a methodology to obtain the angular velocity and acceleration parameters of a motor gesture for each articular angle, so that, with these data, a training device can be developed that meets the principle of specificity and that generates resistance to the movement always close to the maximum capacity of force generation by a muscular group, even in variable angular velocity and position.

**KEYWORDS:** biomechanics, specificity, muscle training, variable resistance.

## 1 | INTRODUÇÃO

Tanto para o caso de melhoria da qualidade de vida quanto para o caso de aumento do rendimento de atletas durante a fase de treinamento, é importante saber manipular os parâmetros de treino para que se obtenha o resultado esperado nas competições. A velocidade de movimento utilizado nos treinos tem um papel importante nos resultados agudos e crônicos da força muscular, na potência e na hipertrofia, podendo ser manipulados para obter melhoras no desempenho atlético e mobilidade (PETRELLA et al., 2007; PALLARÉS e IZQUIERDO, 2011; GURJÃO et al., 2012; REID e FIELDING, 2012).

Ainda com relação ao impacto da velocidade nos treinamentos, devem ser ressaltadas duas observações importantes as quais devem ser assinaladas a respeito da relação força-velocidade: a primeira delas de que o torque máximo gerado por um músculo diminui com o aumento da velocidade do movimento e tal fato independe da distribuição do tipo de fibra muscular; em segundo lugar que, para uma dada velocidade de movimento específico, o torque muscular será maior quanto maior o percentual de fibras tipo II no músculo (FOSS e KETEVIAN, 2000). Tais fatos são de suma importância para o entendimento quando se pretende gerar um protocolo de treinamento de alta eficiência. Vale ressaltar também que a prescrição de um treinamento muscular deve considerar, além dos parâmetros próprios do treinamento, o respeito aos princípios básicos como o da individualidade biológica, da adaptação, da sobrecarga e da especificidade.

Diante disso, é necessária a compreensão específica do movimento a ser treinado, tal como o perfil de velocidade e aceleração para que seja desenvolvido um protocolo de treinamento específico de alta eficiência. Além disso, deve-se buscar formas de se gerar uma resistência ao gesto motor sempre próximo ao máximo torque produzido por um dado grupo muscular considerando, ainda, velocidades e acelerações variáveis no decorrer do movimento.

Desse modo, neste estudo, será analisado o gesto motor denominado “kuzushi” que é utilizado no judô, obtendo-se características cinemáticas como os perfis de velocidade e aceleração, além de parâmetros da ativação muscular através de eletromiografia, para se compreender todas as especificidades do movimento; fatos

esses que poderão ser utilizados para se gerar sistemas de geração de resistência que levem em consideração variações nas velocidades e acelerações angulares.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A capacidade de produção de força de um determinado músculo ou grupo muscular varia com a posição angular da articulação (FOSS e KETEYIAN, 2000). Além disso, de acordo com o proposto por (HILL, 1938), não só a posição angular da articulação influencia no nível de força desenvolvida por um grupo muscular, mas também a velocidade de contração também é bastante influente, uma vez que a curva proposta por (HILL, 1938) prevê uma diminuição exponencial da capacidade de produção de força nos músculos com o aumento da velocidade de contração.

Em trabalhos de (SIQUIEROLI, 2008) e (SOUZA, 2016) foi iniciado o desenvolvimento de um dispositivo para o treinamento muscular dos flexores do cotovelo que leve em conta todas as influências geométricas e cinemáticas do movimento de contração na capacidade de geração de torque na articulação. Em uma primeira análise, o alvo principal foi o músculo bíceps braquial sendo ele um dos músculos envolvidos no movimento de flexão do cotovelo. O equipamento possibilita regular o torque resistente de acordo com a posição angular da articulação, da velocidade e da aceleração do movimento em cada instante de sua execução. Dessa forma, o equipamento será capaz de oferecer uma resistência ao movimento sempre próxima ao máximo torque disponível no grupo muscular mesmo com velocidade de contração variável.

Como visto, o objetivo principal do equipamento em desenvolvimento é possibilitar o treinamento de determinado gesto motor extraíndo sempre a máxima capacidade de produção de força dos grupos musculares envolvidos. Sabendo-se que a capacidade de produção de torque na articulação varia de acordo com a posição angular e a velocidade do movimento, é indispensável conhecer os parâmetros cinemáticos do movimento a ser treinado. Para tanto, foi criada uma metodologia para obtenção da curva de deslocamento angular do cotovelo durante o movimento de treino de judô específico denominado “kuzushi”. Com essa curva é possível obter todos os outros parâmetros cinemáticos e posteriormente cruzá-los com os dados de torque máximo disponível para cada posição angular do movimento mesmo em diferentes velocidades de contração do músculo.

Neste trabalho optou-se por analisar apenas a cinemática do movimento e o comportamento eletromiográfico do músculo bíceps braquial durante a realização do gesto motor escolhido. Como já citado, o movimento escolhido neste estudo de caso foi o “kuzushi” do judô uma vez que o principal musculo ativado é o próprio bíceps braquial. Este movimento consiste em uma contração rápida do cotovelo, gerando uma variação aproximadamente balística da posição angular entre 0 e 104° em um

intervalo de tempo de 0,45 segundos.

## 2.1 Instrumentação para obtenção das curvas de velocidade e aceleração

A atividade do músculo bíceps braquial durante a realização do movimento “kuzushi” foi monitorada com a utilização de eletromiografia de superfície. Foram utilizados eletrodos de Ag/AgCl instalados a 1/3 da fossa cubital na linha mediana entre o acrômio e a fossa cubital, como mostra a Figura 1, e o eletrodo de referência foi posicionado na região da crista ilíaca. Efetuou-se também a tricotomia dos locais de colocação dos eletrodos. Todo esse procedimento seguiu rigorosamente as recomendações do SENIAM. Além da atividade eletromiográfica, foi monitorada também a variação angular articulação do cotovelo ao longo do tempo utilizando um goniômetro posicionado conforme ilustra o esquema da Figura 2. Tal dado será de vital importância uma vez que com os dados de deslocamento angular na articulação monitorada, poderá ser derivada a curva de velocidade angular e, com nova derivação, a curva de aceleração angular do movimento na articulação.

O equipamento utilizado na coleta dos dados de eletromiografia e de posição angular foi um eletromiógrafo Miotool 400 (Miotec) com 8 canais. Este equipamento adquire sinais EMGs de 14 Bits com isolamento elétrico de 3.000 volts e 2000 amostras/segundo/canal, possui oito canais analógicos de entrada com um nível de ruído menor do que 2 LSB e goniômetro digital. A conexão com o microcomputador é feita via porta USB e possui bateria recarregável com duração de 40 horas de uso contínuo. O software a ser utilizado é o Miograph que possibilita a avaliação da ativação motora.

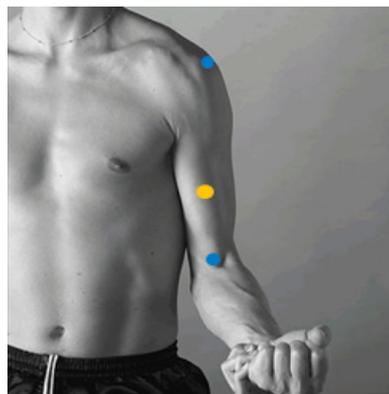


Figura 1: Posicionamento do eletrodo de Ag/AgCl a 1/3 da fossa cubital como demonstrado pela marcação em amarelo (Fonte: SENIAM)



Figura 2: Esquema de posicionamento do goniômetro na articulação do cotovelo

## 2.2 Procedimento de coleta de dados

Como o objetivo deste trabalho consiste na criação e avaliação de um método de obtenção dos parâmetros cinemáticos do movimento, foi utilizado apenas um voluntário (comitê de ética CAAE: 43980115.7.0000.5152), praticante de judô, para efetuar os movimentos. O voluntário foi instruído a executar o movimento “kuzushi” em uma sequência de 9 movimentos completos e consecutivos para o monitoramento e arquivamento dos sinais de deslocamento angular e de ativação muscular.

## 3 | RESULTADOS

Os sinais de EMG do músculo bíceps braquial e de posição angular adquiridos durante as 9 repetições do movimento “kuzushi” são mostrados na Figura 3.

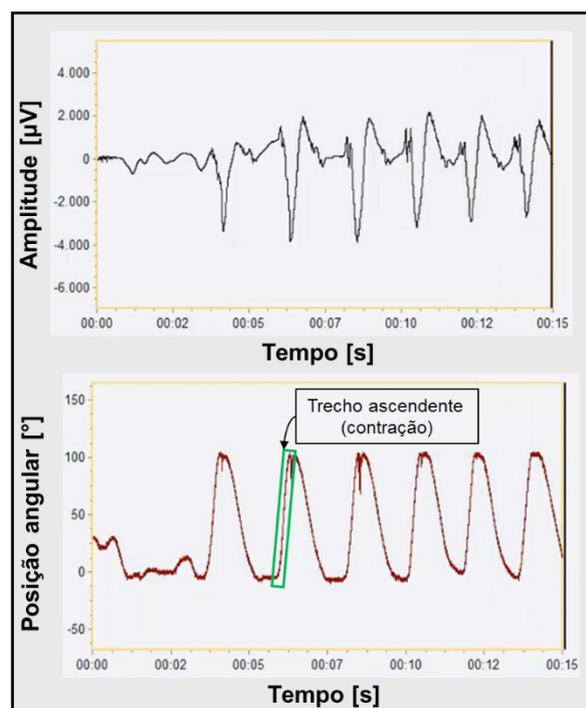


Figura 3: Sinal EMG do músculo bíceps braquial e variação da posição angular obtido para as 9 repetições do movimento “kuzushi” com fase de contração do músculo, em 1 repetição, em destaque.

Uma vez obtida a curva de deslocamento angular, sendo ela composta de 9 movimentos consecutivos, utilizou-se a parte ascendente de cada uma delas (parte destacada em verde na Figura 3), ou seja, o trecho que consiste da contração muscular, para se gerar pontos médios da variação da posição angular de acordo com o tempo na fase contração muscular do atleta. Com esses pontos médios, é possível interpolar uma curva de 3º grau, obtendo, portanto, uma equação que represente tais pontos. A Figura 4 apresenta o resultado obtido.

Apartir da equação ajustada para a posição angular média, as curvas de velocidade e aceleração angular são obtidas derivando uma e duas vezes, respectivamente a primeira equação. A curva de velocidade angular mostrada na Figura 5 é importante para se estimar os valores de torques dissipativos devido aos amortecimentos envolvidos.

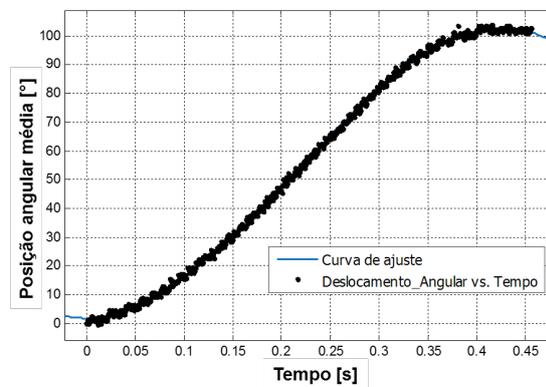


Figura 4: Pontos médios obtidos para os valores de posição angular em função do tempo a partir das 9 repetições do movimento “kuzushi”.

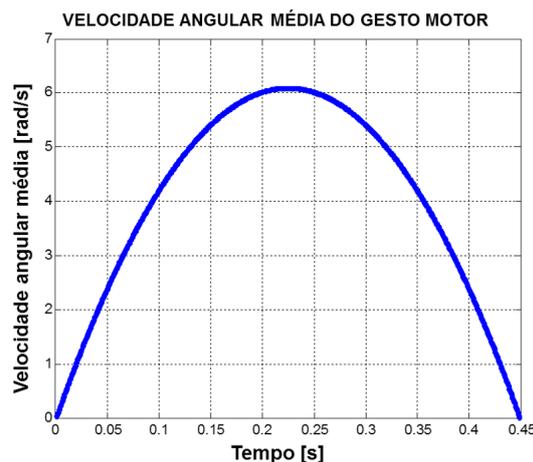


Figura 5: Perfil de velocidade angular do movimento obtido a partir da variação da posição angular.

Como esperado, o movimento é aproximadamente balístico, e isso tem uma influência grande no perfil de torque gerado durante o movimento.

Enquanto isso, a curva de aceleração angular mostrada na Figura 6 é importante para se estimar os valores de torques dissipativos devido à inércia do dispositivo de

treinamento.

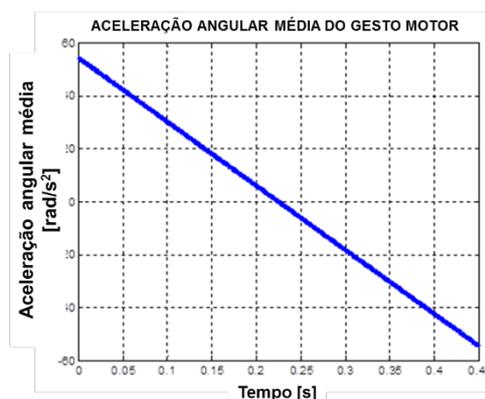


Figura 6: Perfil de aceleração do movimento obtido a partir da variação temporal da posição angular.

#### 4 | DISCUSSÃO

O perfil de torque que uma pessoa consegue promover na articulação do cotovelo durante um movimento de flexão pode ser afetado por diversos parâmetros biomecânicos. Dentre esses, a geometria da articulação e das inserções musculares têm maior destaque na literatura. Porém de acordo com (HILL, 1938) a capacidade dos músculos produzirem força é fortemente afetada pela velocidade da contração. Portanto, durante a realização de um movimento aproximadamente balístico de flexão do cotovelo, o torque gerado na articulação será altamente influenciado pelo perfil cinemático desse movimento.

Para se criar um perfil de torque resistente sempre proporcional à capacidade de produção de torque na articulação é imprescindível conhecer bem os parâmetros cinemáticos de posição, velocidade e aceleração angular dessa articulação durante o movimento. Com isso, torna-se possível aplicar tais dados para se gerar um sistema de resistência a ser aplicado no dispositivo de treinamento proposto por (SIQUIEROLI, 2008) e (SOUZA, 2016). Para cada posição angular do movimento tem-se uma geometria diferente, alterando a capacidade de produção de torque na articulação. A velocidade também é diferente em cada posição angular dentro do movimento, gerando valores de torques de amortecimento diferentes e portanto, também é afetada a capacidade de produção de torque na articulação. A aceleração que também varia ao longo do movimento, por sua vez altera a capacidade de produção de torque por torques de inércia variáveis ao longo do movimento.

#### 5 | CONCLUSÃO

O procedimento adotado para obtenção dos parâmetros cinemáticos do gesto motor analisado foi eficaz e os dados poderão ser utilizados para a geração de um

sistema de resistência ao movimento que leve em conta variações na velocidade e aceleração angular. Dessa forma, é possível projetar um dispositivo que se aproxime da máxima capacidade de geração de força mesmo em velocidades de contração variáveis. Tal fato possibilitará ao praticante realizar treinamentos físicos de força com os mesmos padrões de um gesto motor específico.

## 6 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio dos órgãos de fomento (CAPES, FAPEMIG e CNPq) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia. Agradecem também a todos os colegas e colaboradores do Laboratório de Projetos Mecânicos Henner Alberto Gomide.

## REFERÊNCIAS

- [1] Foss ML, Keteyian SJ. **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. Tradução de Giuseppe Taranto. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2000.
- [2] GARCIA-PALLARES, Jesus; IZQUIERDO, Mikel. **Strategies to optimize concurrent training of strength and aerobic fitness for rowing and canoeing**. Sports Medicine, v. 41, n. 4, p. 329-343, 2011.
- [3] GURJÃO, André Luiz Demantova et al. **Effect of strength training on rate of force development in older women**. Research quarterly for exercise and sport, v. 83, n. 2, p. 268-275, 2012.
- [4] Hill AV. **The heat of shortening and the dynamic constants of muscle**. Proceedings of the Royal Society of London –B: Biological Sciences. 1938; 126(843): 136-195.
- [5] PETRELLA, John K. et al. **Contributions of force and velocity to improved power with progressive resistance training in young and older adults**. European journal of applied physiology, v. 99, n. 4, p. 343-351, 2007.
- [6] REID, Kieran F.; FIELDING, Roger A. **Skeletal muscle power: a critical determinant of physical functioning in older adults**. Exercise and sport sciences reviews, v. 40, n. 1, p. 4, 2012.
- [7] Siquieroli WA. **Desenvolvimento de um sistema de geração de resistência para aparelhos de musculação e fisioterapia** [dissertação]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2008.
- [8] Souza MP. **VLIS: equipamento vibracional de baixa inércia para musculação** [tese]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2016.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**LAIS DAIENE COSMOSKI** Professora adjunta do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), nos cursos de Tecnologia em Radiologia e Bacharelado em Farmácia. Analista clínica no Laboratório do Hospital Geral da Unimed (HGU). Bacharel em Biomedicina pelas Universidades Integradas do Brasil (UniBrasil). Especialista em Circulação Extracorpórea pelo Centro Brasileiro de Ensinos Médicos (Cebramed) Mestre em Ciências Farmacêuticas pelo programa de Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas da UEPG. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de avaliação clínico/laboratorial de processos fisiopatológicos.

**FABRÍCIO LORENI DA SILVA CERUTTI** Coordenador de Curso do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE). Professor adjunto do Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico (ILAPEO). Tecnólogo em Radiologia pela Universidade Tecnologia Federal do Paraná (UTFPR). Mestre e doutorando em Engenharia Biomédica pelo programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (CPGEI) da UTFPR. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de diagnóstico por imagem, física nuclear, controle de qualidade e simulação computacional.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-85107-67-3

