

# 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**

## SISTEMA DE AQUISIÇÃO DO SINAL MIOELÉTRICO PARA PRÓTESES DE MEMBRO SUPERIOR

### **Bruna Souza Morais**

Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia – São Paulo

### **Samuel Lourenço Nogueira**

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Elétrica – São Paulo

### **Thiago Luiz de Russo**

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Fisioterapia – São Paulo

### **Arlindo Neto Montagnoli**

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Elétrica – São Paulo

**RESUMO:** Próteses Mioelétricas trazem uma melhoria significativa na qualidade de vida para pacientes amputados. No entanto, mesmo existindo diversos modelos disponíveis no mercado, estes ainda não são amplamente utilizados. Assim, o objetivo deste trabalho é iniciar a implementação de uma prótese mioelétrica de baixo custo e fácil adaptação, focando-se no desenvolvimento do sistema de aquisição e pré-processamento dos sinais. A validade da abordagem desenvolvida foi demonstrada através de capturas simultâneas entre o sistema proposto e um dispositivo comercial de análise de sinais. Pelo método

de correlação normalizada obteve-se 95,8% de similaridade entre o sinal amostrado e o medido pelo dispositivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sinal mioelétrico, prótese mioelétrica, eletromiografia.

**ABSTRACT:** Myoelectric Prostheses provide a significantly improvement in life quality for amputated patients, and even though there are several available models to purchase, they are still not widely used. Therefore, the objective of this work is to initiate the implementation of a low-cost and easy-to-adapt myoelectric prosthesis, focusing on the development of the signal acquisition and preprocessing system. The validation of the developed system was demonstrated through simultaneous captures between the proposed system and a commercial signal analysis device. By the normalized cross-correlation method, it was obtained 95.8% similarity between the sampled and the measured by device signals.

**KEYWORDS:** Myoelectric signal, myoelectric prostheses, electromyography.

### 1 | INTRODUÇÃO

A análise do estado da arte de próteses mioelétricas para membro superior permite constatar a existência de um distanciamento entre os modelos desenvolvidos para fins

acadêmicos e comerciais. Apesar da alta precisão da classificação de padrões eletromiográficos já alcançada em diversas pesquisas, ainda a maior parte dos modelos comerciais disponíveis utilizam técnicas de controle mioelétrico baseado no limiar de amplitude (FARINA et al., 2014). Ademais, esses dispositivos ainda não são amplamente utilizados e possuem uma alta taxa de rejeição (23%-40%) indicando importantes limitações clínicas conforme abordado em Farina et al., (2015) e em Smit, Plettenburg e van der Helm (2014). Nestes trabalhos os autores descrevem a grande dificuldade de adaptação dos pacientes no uso de próteses, em grande parte, devido ao controle não intuitivo e pouco robusto. Outros fatores determinantes para o desconforto na utilização relatados, são o peso, durabilidade energética, encaixe do soquete ao membro residual e aparência insatisfatória. Além disso, o custo elevado decorrente da alta complexidade tecnológica dos produtos comercialmente disponíveis e da importação para o Brasil dificultam o acesso a esses dispositivos de reabilitação.

O desenvolvimento de próteses mioelétricas envolvem implementação de sistemas de aquisição, processamento e caracterização do sinal. Diversas técnicas de medição do sinal mioelétrico e tipos de eletrodos vem sendo testados para alcançar repetibilidade e maior precisão do sinal obtido. Os eletrodos de superfície tem sido os mais utilizados para esta aplicação pela vantagem de serem não invasivos. Eles podem ser feitos de metal polarizável que confere um comportamento capacitivo ou ainda podem ser não polarizável resultando em um comportamento resistivo. O contato com a pele pode ser intermediado por substância eletrolítica condutora entre eletrodo e a pele ou feito diretamente. Eles são dispostos em configuração monopolar, bipolar ou Laplaciana formando cada canal de medição. A orientação do canal, longitudinal ou transversal, fornece informações locais de um músculo ou globais de um grupo muscular, respectivamente. Outra abordagem que tem sido estudada é a utilização de matrizes de eletrodos de superfície de alta densidade (HD-sEMG). (HAKONEN, PIITULAINEN, VISALA, 2015; CHOWDHURY, 2013)

As próteses sensoriadas através de eletromiografia demandam que a análise em tempo real seja realizada através da segmentação dos sinais em janelas temporais. As características extraídas de cada segmento pertencem ao domínio do tempo, da frequência, ou espacial e são avaliadas quanto a separabilidade das classes, sua robustez e complexidade computacional. Em Hakonen, Piitulainen e Visala (2015) foi apresentado uma relação das características mais comumente utilizadas na classificação do sinal mioelétrico. Dentre as metodologias apresentadas com melhor performance destaca-se a combinação do classificador LDA com o conjunto de características no domínio do tempo do vetor de Hudgin. Esse vetor reúne o valor absoluto médio da amplitude, uma medição combinada da amplitude, frequência e duração do sinal, o número de vezes que o sinal cruza o nível zero de amplitude e o número de vezes de mudança da inclinação do sinal EMG. (CHOWDHURY, 2013)

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema para aquisição de sinal mioelétrico para próteses de membros superiores, considerando um sistema não

invasivo de aquisição. A partir dele, visa-se a implementação de uma prótese simples e ao mesmo tempo robusta, de forma a garantir a fácil adaptação e baixo custo.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Um protótipo inicial do circuito de processamento do sinal mioelétrico com alimentação, aquisição e filtragem foi implementada e testada em uma placa de circuito impresso. O circuito foi desenvolvido e aprimorado a partir de trabalhos anteriores, como pode ser visto em Soares (2013).

A alimentação elétrica do sistema é fornecida por uma única bateria de 9V contribuindo para um design com tamanho e peso reduzidos.-

A detecção do sinal mioelétrico foi medida por meio de três eletrodos de superfície e não invasivos, da marca 3M, modelo 2223BRQ. Eles foram colocados no antebraço do paciente sobre o músculo braquiorradial observando as recomendações gerais da SENIAM.

A aquisição do sinal foi realizada com o amplificador diferencial instrumental INA118P com ganho configurado para 501.

A filtragem do sinal é feita por um filtro passa-alta passivo e por um filtro passa-baixa de 1º ordem, com frequências de corte de 50Hz e 500Hz, respectivamente.

O filtro passa-baixa foi implementado com o amplificador operacional de baixa frequência LF351 com ganho de 5.89 e com offset ajustado para 1.51V. Assim, o ganho total da combinação do amplificador instrumental e do filtro passa-faixa é de 2952.32. Sendo o sinal foi ajustado adequadamente para o processamento do microcontrolador.

O sinal amostrado pelo microcontrolador ARM Cortex M3 LPC1769 foi armazenado em vetores com tamanho de 680 pontos. A frequência de amostragem foi de no máximo 3400Hz para garantir que a janela temporal do sinal amostrado tenha pelo menos 200ms.

A programação da plataforma de aquisição foi realizada no Coocox ColIDE 2.0.3 e a análise do sinal amostrado foi feita Matlab R2013. Para facilitar o estudo e avaliação da confiabilidade dos sinais aquisitados, foram realizadas capturas com janelas de tamanho variável, entre 200ms à 442ms. O objetivo destas capturas era identificar o início da contração muscular do braquirrodial, onde se concentra as informações características do movimento.

Assim, a performance do sistema foi avaliada para várias frequências de amostragem variando o tamanho janela de aquisição, com o objetivo de se determinar a configuração mais adequada. Os resultados apresentados a seguir foram obtidos para a frequência de amostragem de 1538.46Hz, com o tempo da janela de aquisição igual a 442ms.

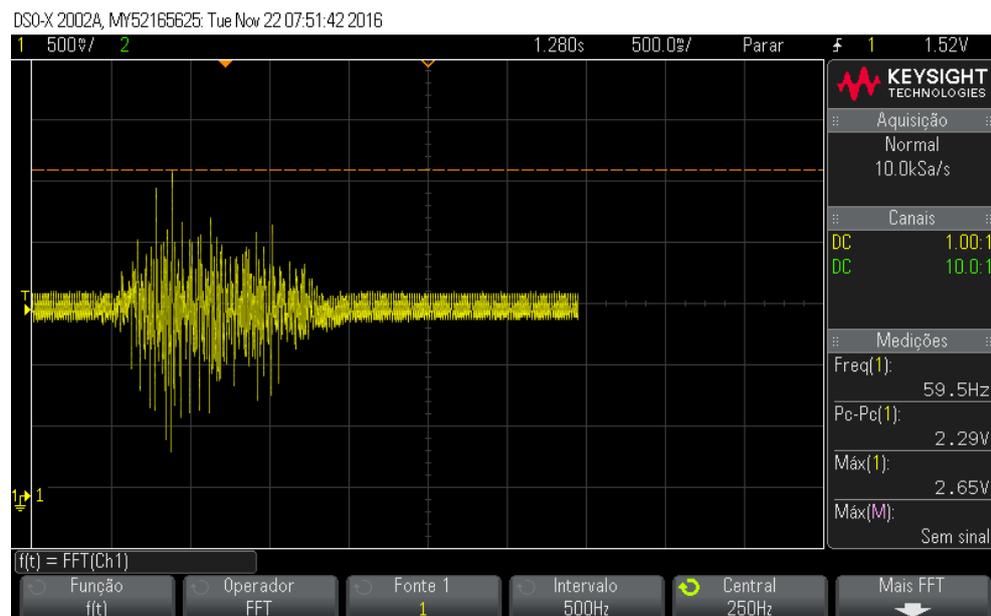
Para validação da amostragem do sinal, os sinais digitalizados foram comparados com medições do osciloscópio Agilent InfiniiVision, modelo DSO-X 2002A. Esta

comparação foi feita visualmente e matematicamente por meio da função de correlação cruzada normalizada descrita na Equação (1). A correlação cruzada fornece uma medida de similaridade da forma entre duas curvas  $x$  e  $y$  defasadas. O resultado  $r$  varia de -1 a 1, sendo que a correlação próxima a 0 indica a não relação entre as variáveis, próxima a 1 indica alta correlação e movimento na mesma direção, enquanto próxima a -1 indica alta correlação mas movimento em direções opostas. (WREN et al., 2006)

$$r = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} x[n]y[n]}{\sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} x^2[n] \sum_{n=0}^{N-1} y^2[n]}} \quad (1)$$

### 3 | RESULTADOS

A Figura 1 mostra o sinal mioelétrico medido no osciloscópio e no conversor A/D com a frequência de amostragem de 1538.46Hz e tempo de janela de aquisição ( $t_j$ ) de 442ms. As linhas vermelhas verticais foram inseridas no gráfico para visualização dos limites das janelas de aquisição, permitindo verificar a validade do sinal obtido. Elas indicam também onde ocorreu a perda do sinal em decorrência do tempo de processamento.



(a)

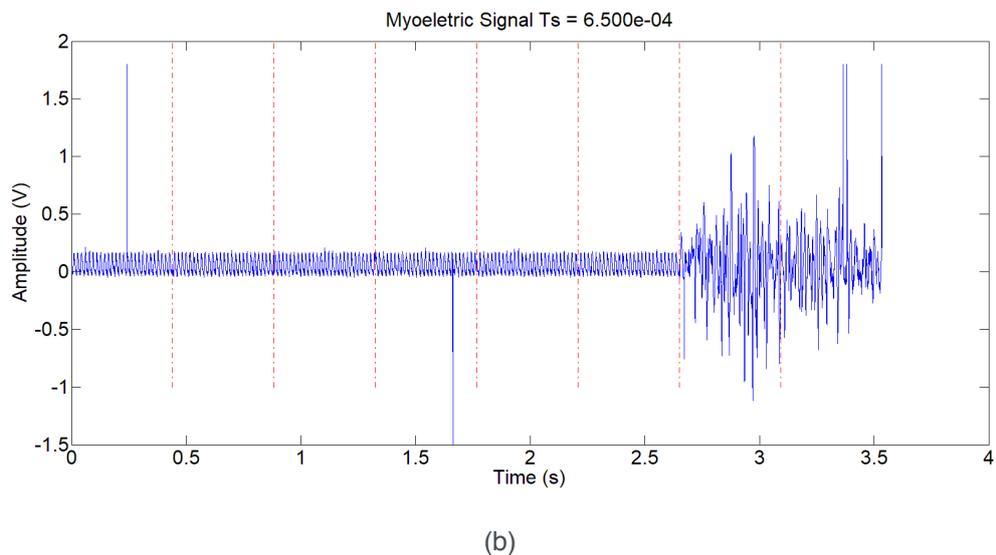


Figura 1 - Sinal mioelétrico, (a) osciloscópio e (b) conversor A/D

Fonte: Autoria Própria

Para verificar-se a fidelidade do sinal mioelétrico amostrado com o sinal original, foi feita uma comparação visual entre o sinal medido pelo osciloscópio e o sinal amostrado (Figura 1). Uma comparação mais efetiva foi feita plotando-se as curvas das duas aquisições de forma sobrepostas aproximando os gráficos na porção correspondente ao início da contração, facilitando assim, a avaliação da similaridade das curvas, conforme mostrado na Figura 2. A correlação entre os sinais da janela correspondente ao início da contração foi de 95,8%.

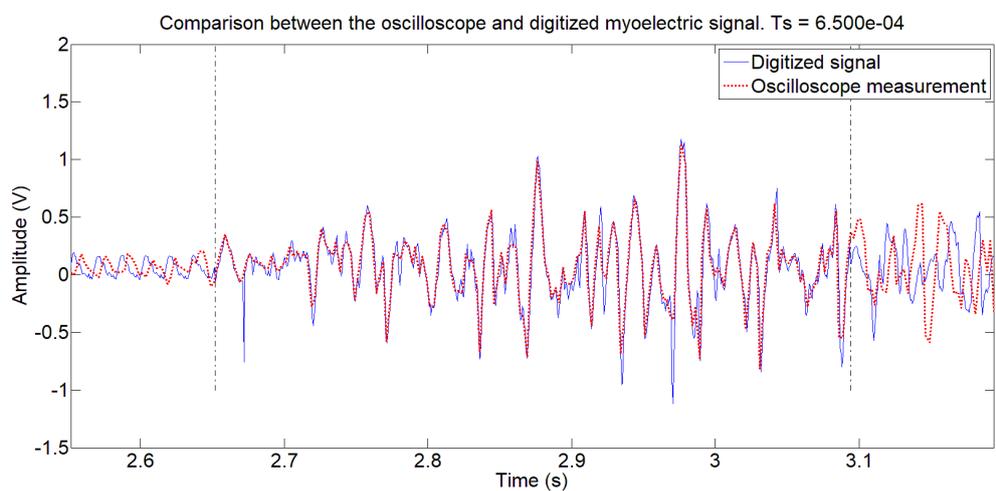


Figura 2 - Comparação entre o sinal medido (em vermelho) e amostrado (em azul) focando o início da contração

Fonte: Autoria Própria

Por último foram avaliadas as características relativas aos componentes de frequência do sinal mioelétrico, sendo utilizado a transformada da Fourier para esse fim. Verificou-se assim, a validade da abordagem de aquisição proposta, conforme pode ser visto na Figura 3. A correlação entre a FFT obtida pelo osciloscópio e calculada sobre o sinal amostrado no intervalo de maior intensidade do sinal (de 0 a 150 Hz) foi

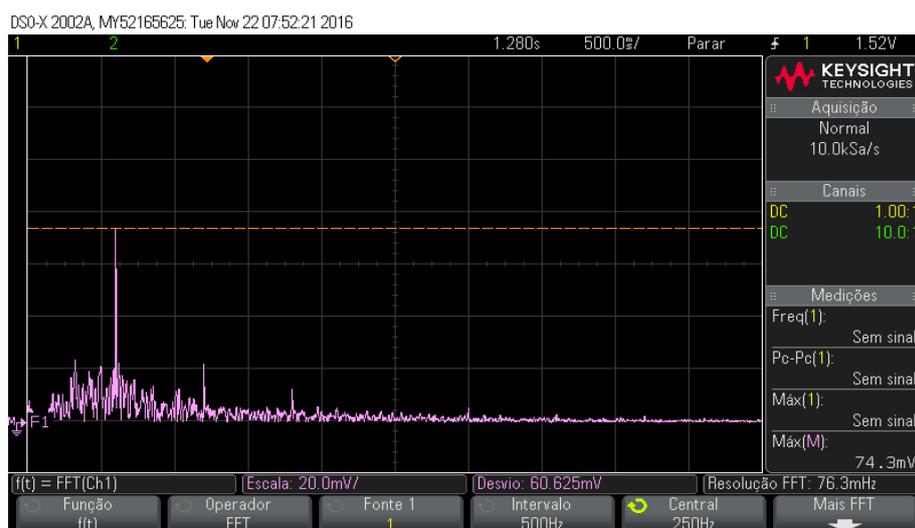
de 77,68%.

## 4 | DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

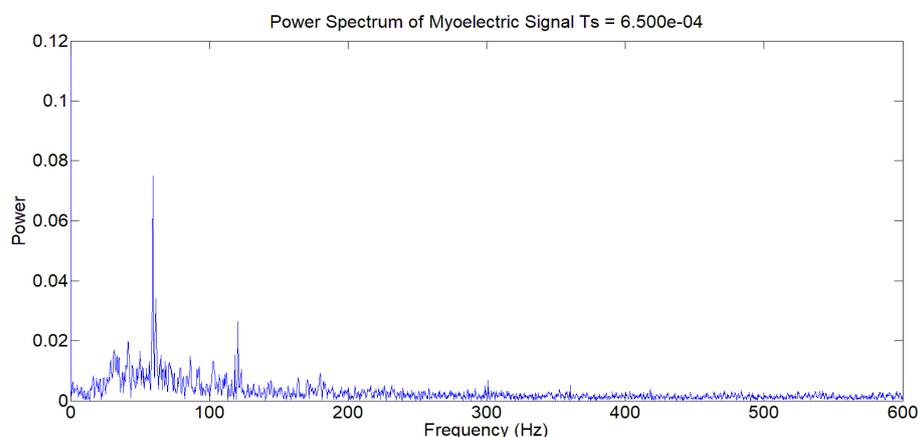
A análise dos resultados obtidos permitiu avaliar a performance do sistema proposto. Assim, determinou-se que a aquisição do sinal mioelétrico é adequada configurando-se a frequência de amostragem para cerca de 1600Hz com janela de amostragem de 425ms.

A sobreposição dos sinais amostrados com o sinal correspondente medido no osciloscópio, revelou uma alta conformidade com correlação de 95,8%, permitindo perceber uma alta fidelidade da amostragem em relação ao sinal original.

A comparação da FFT obtida no osciloscópio com a FFT calculada sobre o sinal amostrado foi feita por meio da análise da frequência e amplitude de alguns dos picos sobressalentes. De forma similar à análise temporal, os dois resultados da FFT foram plotados sobrepostos, verificando-se a conformidade da forma dos espectros com correlação de 77,68%.



(a)



(b)

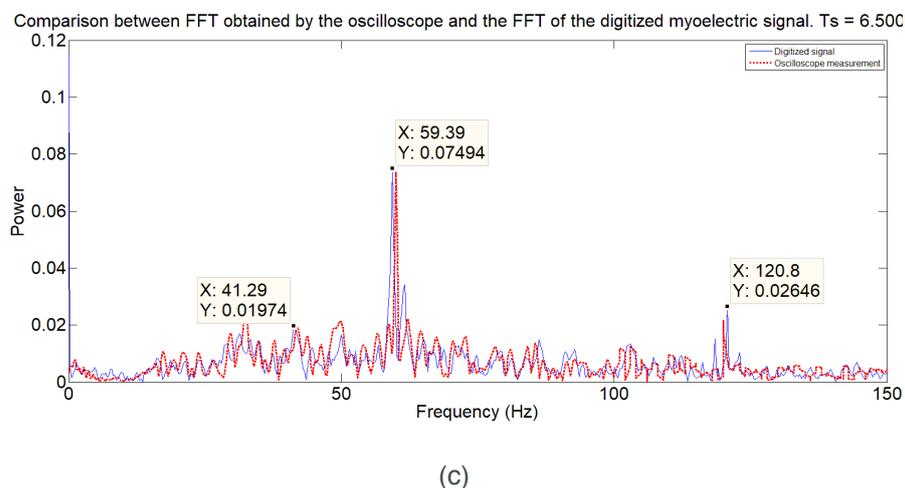


Figura 3 - Espectro de frequência do sinal mioelétrico: (a) FFT obtida no osciloscópio (escala horizontal: 50Hz por divisão); (b) FFT calculada sobre o sinal amostrado; (c) Comparação dos resultados obtidos focando-se na região de maior intensidade do sinal mioelétrico.

Fonte: Autoria Própria

## 5 | AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pelo apoio financeiro à esta pesquisa com a concessão de bolsa de mestrado.

Trabalho apresentado no V Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia I X Simpósio de Engenharia Biomédica, ocorrido em Uberlândia em 2017.

## REFERÊNCIAS

- CHOWDHURY, R. H.; REAZ, M. B. I.; ALI, M. A. B. M.; BAKAR, A. A. A.; CHELLAPPAN, K.; CHANG, T. G. **Surface Electromyography Signal Processing and Classification Techniques**. Sensors, v. 13, n. 9, p. 12431-12466, 2013. DOI: 10.3390/s130912431.
- FARINA, D.; JIANG, N.; REHBAUM, H.; HOLOBAR, A.; GRAIMANN, B.; DIETL, H.; ASZMANN, O. C. **The Extraction of Neural Information from the Surface EMG for the Control of Upper-Limb Prostheses: Emerging Avenues and Challenges**. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, v. 22, n. 4, p. 797-809, jul. 2014;. DOI: 10.1109/TNSRE.2014.2305111.
- HAKONEN, M.; PIITULAINEN, H.; VISALA, A. **Current state of digital signal processing in myoelectric interfaces and related applications**. Biomedical Signal Processing and Control, v. 18, p. 334-359, 2015. ISSN 1746-8094.
- SMIT, G.; PLETTENBURG, D. H.; VAN DER HELM, F. C. T. **The Lightweight Delft Cylinder Hand: First Multi-Articulating Hand That Meets the Basic User Requirements**. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, v. 23, n. 3, p. 431-440, mai. 2015. DOI: 10.1109/TNSRE.2014.2342158.
- SOARES, F. F. Desenvolvimento de uma Prótese de Mão Mioelétrica Inteligente: Análise e Processamento de Sinais [iniciação científica]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2013.

WREN, T. A. L.; PATRICK DO, K.; RETHLEFSEN, S. A.; HEALY, B. **Cross-correlation as a method for comparing dynamic electromyography signals during gait.** Journal of Biomechanics, v. 39, n. 14, p. 2714-2718, 2006. ISSN 0021-9290.

## **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

