



XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica

Armação de Búzios – RJ – Brasil

October 21st to 25th, 2018

Sistema Portátil de Aquisição de Sinais Eletromiográficos com Transmissão via Bluetooth

A L S Braga^{1*}, R F Kozan¹

¹Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

*analuizasb@ufmg.br

Contexto, Motivação e Objetivo. A eletromiografia é a técnica de registro de atividade muscular capaz de extrair informações fisiológicas através da medição do somatório de potenciais de ação das unidades motoras. Estas informações são importantes no diagnóstico de patologias neuromusculares, através da sua análise, bem como na reabilitação de pacientes com limitação muscular, para controle de próteses robóticas ou *biofeedback* em fisioterapia. No mercado brasileiro, os equipamentos de eletromiografia utilizam transmissão com fio, o que contribui para artefatos e limita a mobilidade do sistema. Estas limitações os tornam inviáveis para determinadas aplicações, restando apenas equipamentos importados de alto custo e que possuem comunicação fechada do fabricante. Este trabalho propõe a construção de um protótipo portátil para a aquisição do sinal de eletromiografia de superfície (sEMG) utilizando transmissão sem fio e de baixo custo, com o intuito de contribuir para mobilidade e facilitar o acesso a este tipo de sistema. Para isto, foi construído um circuito microcontrolado para a aquisição do sinal e transmissão via *bluetooth*, e um programa para a recepção e processamento do sinal em LabVIEW. Para a escolha dos componentes, houve padronização para que o hardware construído pudesse ser integrado a outros desenvolvidos no mesmo laboratório, a fim de ser aplicado em análise de fadiga, modelagem de sistemas biomecânicos, *biofeedback* e outros.

Métodos. Foi projetado um *hardware* para a aquisição do sinal de Eletromiografia, com amplificador de instrumentação INA118, filtros analógicos de faixa de passagem de 20 a 500Hz. Na digitalização foi utilizado microcontrolador STM32F030F4P6TR, com conversor A/D de 12 bits. O sinal de sEMG foi transmitido via comunicação UART para o módulo *bluetooth* HC-05. Um software foi programado na plataforma LabVIEW para a recepção do sinal no computador através do Bluetooth e para análise através dos processamentos de filtragem, retificação, RMS e FFT do sinal. Este sistema foi montado e testado no Laboratório de Engenharia Biomédica da UFMG e foram medidos: ganho de cada estágio do circuito, frequências de corte, ganho total e razão de rejeição de modo comum (CMRR). Posteriormente foram feitos ensaios para compará-lo, através de análise por inspeção visual, a um eletromiógrafo comercial. O diagrama de blocos do sistema completo é mostrado na figura 1. Para a comparação, foi realizado um ensaio, com um dos autores deste trabalho, com três momentos de contração do músculo pelo levantamento de uma carga de 5 kg com duração de 5 segundos alternada de momentos de repouso de 5 segundos. Este mesmo protocolo foi aplicado utilizando ambos os sistemas e os sinais captados foram salvos para análise posterior.

Resultados. Os valores de ganho obtidos em cada estágio foram: 152 V/V no amplificador de instrumentação, e 2,2 V/V no amplificador final, gerando um ganho de 334,4 V/V total. A faixa de passagem do sistema foi de 20 Hz a 500 Hz. A razão de rejeição de modo comum medida nesta faixa foi de 68,9 dB. Por meio de ensaios feitos na aquisição do sinal de eletromiografia de

superfície do músculo bíceps braquial, o sistema construído foi testado e comparado ao eletromiógrafo EMG800C, produzido e comercializado pela EMG System do Brasil LTDA. O resultado é exibido na figura 2. O custo de componentes e placa para a construção deste sistema com 4 canais seria de R\$1.800,00.

Discussão e conclusões. Foi possível observar que o sistema construído aproxima-se da resposta de um eletromiógrafo comercial, além de apresentar menor ruído eletromagnético na linha de base. Além disso, por ser um dispositivo pequeno (dimensões da placa: 61 mm x 35 mm) e sem fio, permite a mobilidade e portabilidade do sistema. O custo do dispositivo construído mostrou-se baixo, mesmo considerando-se que este valor não leva em conta mão de obra, gabinete, dentre outros custos envolvidos na construção de um eletromiógrafo. O sistema apresenta taxa de aquisição pela transmissão via Bluetooth de 1 kHz, o que é suficiente para a faixa de interesse do sinal, mas poderia ser melhorado, através da utilização de outro software na recepção. Outra melhoria possível seria a programação de um aplicativo para *smartphone*, tornando a aplicação mais portátil e acessível a fisioterapeutas e outros profissionais da saúde. Sendo assim, os próximos trabalhos seriam implementar estas melhorias no sistema e aplicá-lo a testes com mais indivíduos, além de realizar uma avaliação quantitativa do sistema, para que ele possa ser devidamente validado para ser utilizado em distintas aplicações no Laboratório de Engenharia Biomédica da UFMG, e disponibilizá-lo para outros membros da comunidade científica.

Figura 1. Diagrama de blocos do sistema de aquisição de sEMG construído (a) e sistema completo montado para aquisição (b).

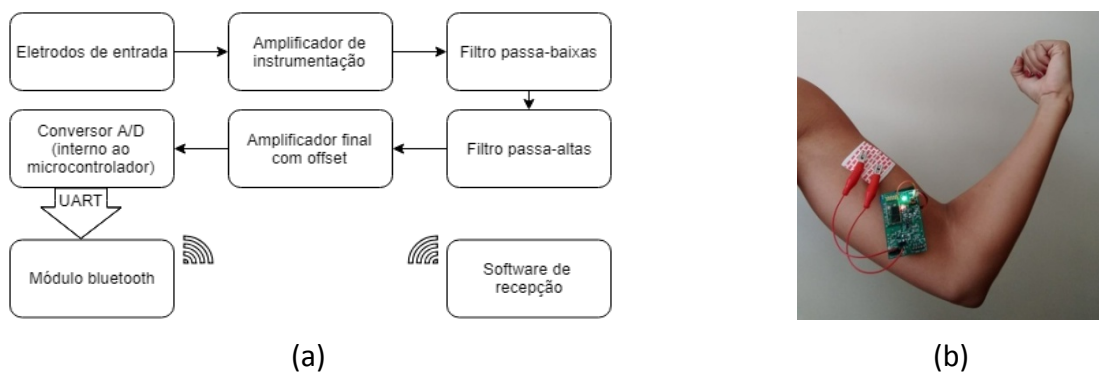
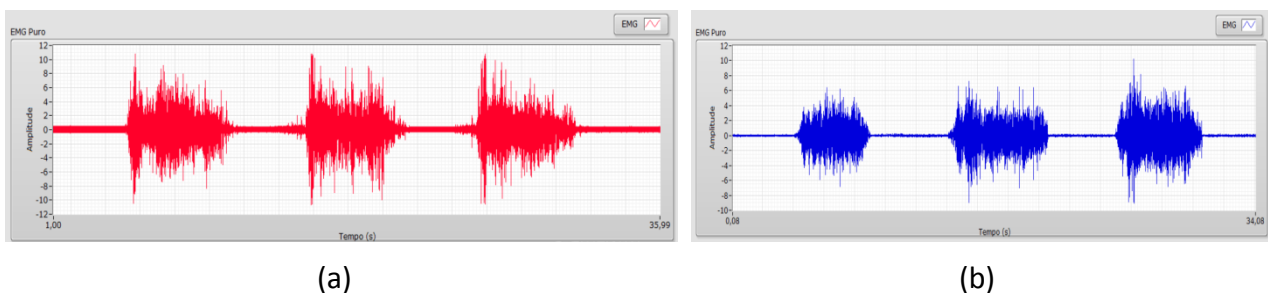


Figura 2. Sinais de sEMG adquiridos com o eletromiógrafo comercial (a) e com o sistema construído neste trabalho (b).



Agradecimentos. Os autores agradecem à CAPES, CNPQ e FAPEMIG pelo apoio financeiro.

Palavras-chave. Eletromiografia; EMG; LabVIEW; *bluetooth*; aquisição de biossinais.