

AQUISIÇÃO DE SINAIS ELETROMIOGRÁFICOS DE BAIXO CUSTO POR MEIO DE AMPLIFICADORES OPERACIONAIS

ALUNO: TALLES DE JESUS MONTEIRO

ORIENTADOR: DR. PROF. PAULO FERNANDO FERREIRA ROSA

CO-ORIENTADOR: ME. ANA LÚCIA DE OLIVEIRA BARRETO

COLÉGIO MILITAR DO RIO DE JANEIRO



INTRODUÇÃO

A prótese ativa é um campo de pesquisa promissor no controle protético de membro superior, com a *Surface Electromyography* - SEMG desempenhando um papel fundamental na sua eficácia. O sinal da SEMG é gerado pelos potenciais de ação das fibras musculares organizadas em unidades motoras, representando a atividade neuromuscular do músculo contraído (DE LUCA, 2006). A aquisição precisa do sinal SEMG é fundamental para garantir um controle efetivo e natural da prótese. Para isso o Amplificador de Instrumentação - INA é utilizado para amplificar o sinal SEMG, devido a características do INA que preservam sua integridade (MERLETTI, 2016). Uma vez realizada a aquisição o sinal SEMG é realizado o processamento do sinal, com o intuito de extrair características do sinal (KONRAD, 2005). Técnicas frequentemente utilizadas são: análise de amplitude, análise de frequência e análise da frequência pelo tempo (NORALI, 2009).

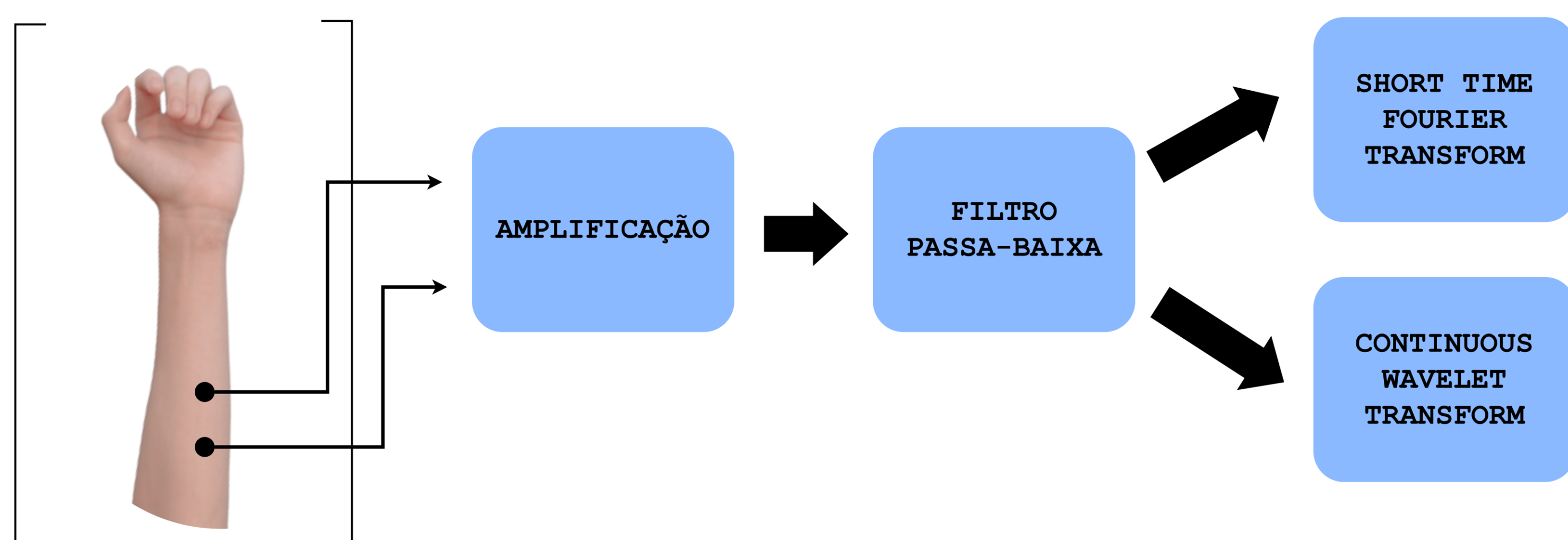
OBJETIVO

O presente projeto tem como objetivo tornar próteses controladas por SEMG acessíveis por meio de um sistema aquisitivo de baixo custo. Um dos motivos para o alto custo de próteses eletromiográficas é o Circuito Integrado de INA, como alternativa foi levantada a possibilidade de utilizar o Circuito Integrado - CI de Amplificador Operacional - Amp-op para a construção de um INA.

METODOLOGIA

A pesquisa teve seu desenvolvimento dividindo em três partes: cálculo do *Common Mode Rejection Ratio* - CMRR, confecção do circuito aquisitivo, aquisição e análise do sinal. Para a confecção do circuito foi utilizada a técnica SEMG, o Amplificador de Instrumentação e um filtro passa-baixa RC. A aquisição foi feita primeiramente com o uso do osciloscópio e, por último, pelo Arduino Mega 2560. Sua análise foi realizada no domínio de tempo e de frequência, por *Short Time Fourier Transform* - STFT e *Continuous Wevelet Transform* - CWT. Um diagrama dos principais elementos da pesquisa pode ser visualizado na Fig. (1).

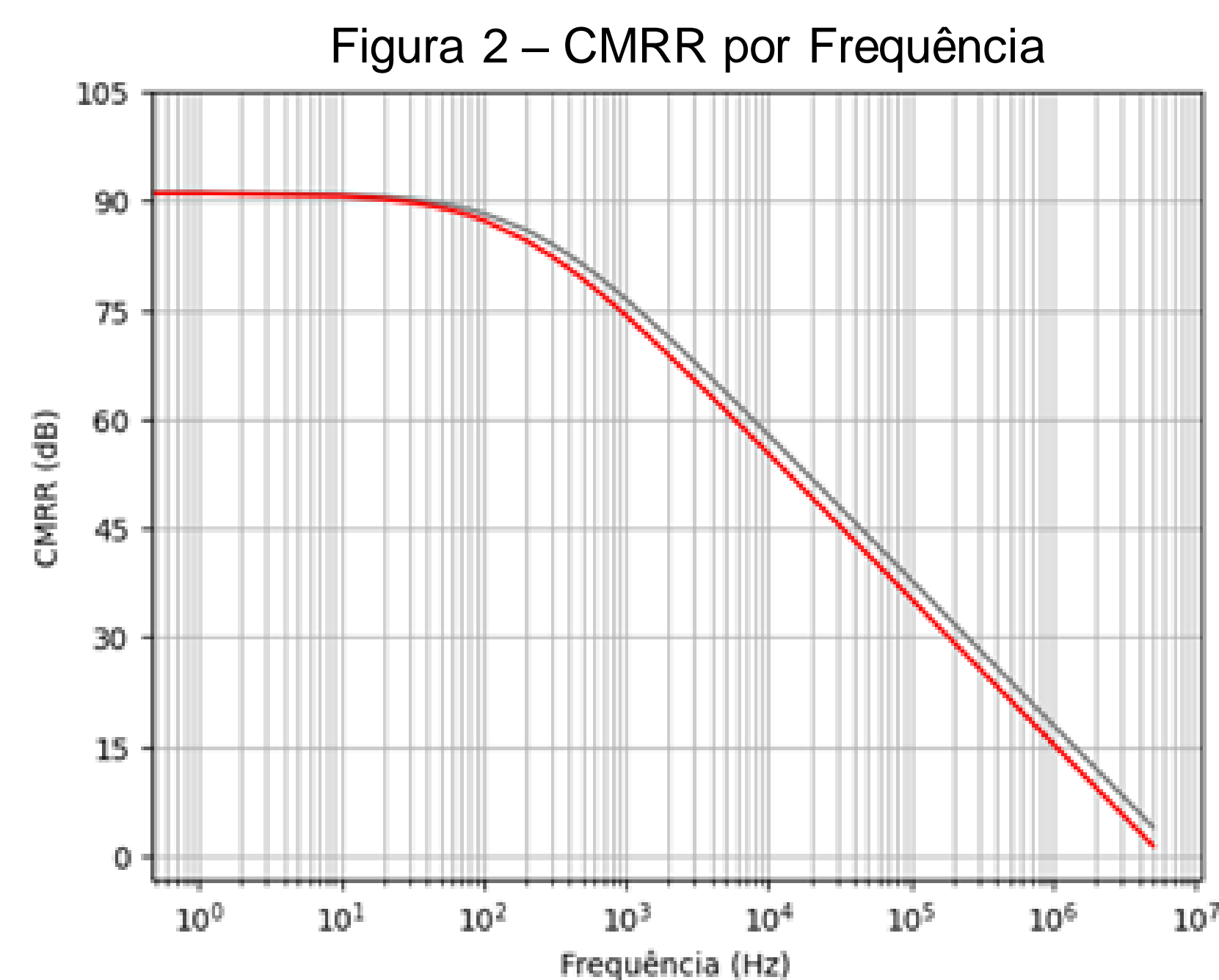
Figura 1 – Diagrama da metodologia



Fonte: Elaborado pelo autor

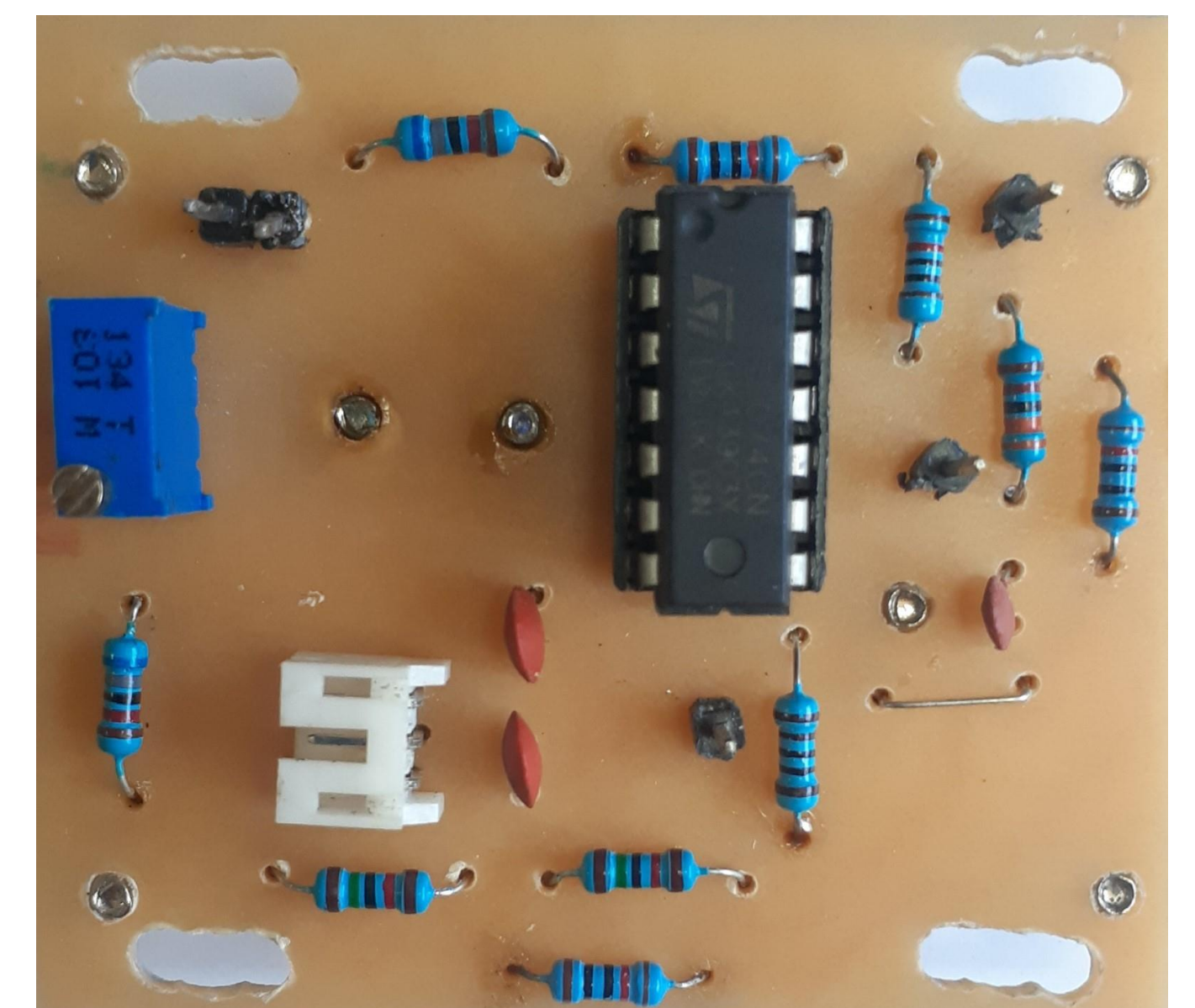
RESULTADOS

Como resultado dos cálculos realizados foi encontrado um CMRR médio de aproximadamente 80dB, na frequência de 500 Hz Fig. (2), para o INA construído a partir do CI TL074, cujo CMRR típico é de 86dB (STMICROELECTRONICS, 2023). Os resultados dos cálculos do CMRR levaram a confecção do protótipo ilustrado na Fig. (3) para a aquisição do sinal SEMG.



Fonte: Elaborado pelo autor

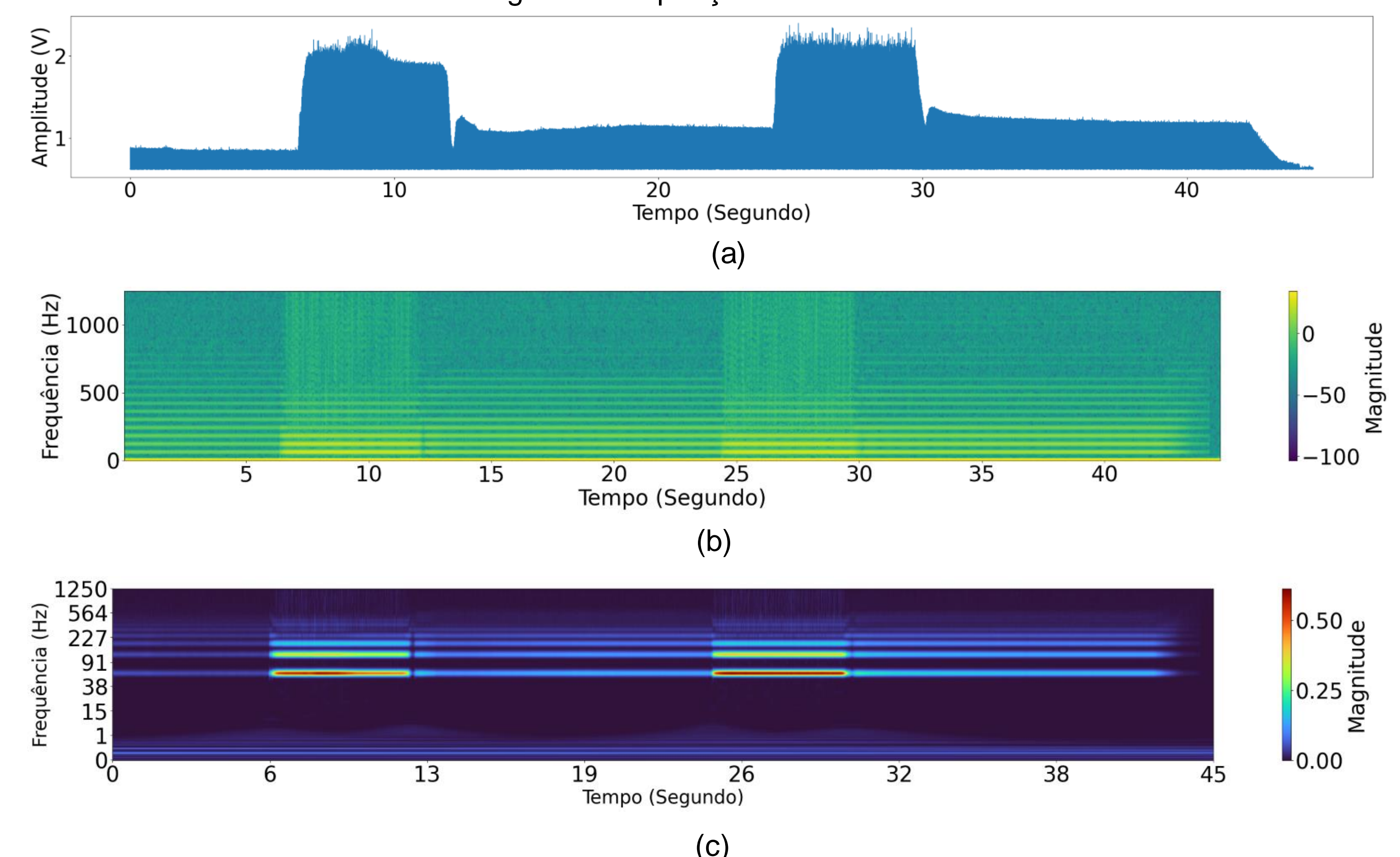
Figura 3 – PCB



Fonte: Elaborado pelo autor

Com o intuito de analisar a eficiência do protótipo foi feita a aquisição de sinais SEMG do músculo extensor dos dedos da mão Fig. (4a) e utilizada a STFT Fig. (4b) e a CWT Fig. (4c) para melhor percepção da contração muscular.

Figura 4 – Aquisição e análise do sinal



Fonte: Elaborado pelo autor

CONCLUSÃO

Após o desenvolvimento do experimento e dos testes realizados, chegou-se à hipótese levantada com resultados positivos para a afirmação da possibilidade de realizar a aquisição do sinal muscular com um custo final estimado de R\$10,00, valor esse, seis vezes menor do que com o uso de um circuito integrado de amplificador de instrumentação. Ao analisar os aspectos negativos, observou-se uma alta sensibilidade a mínimos deslocamentos do protótipo, necessitando realizar alguns ajustes na distância dos seus eletrodos.

REFERÊNCIAS

- DE LUCA, Carlo J. et al. Decomposition of surface EMG signals. *Journal of neurophysiology*, v. 96, n. 3, p. 1646-1657, 2006.
- KONRAD, Peter. The abc of emg. A practical introduction to kinesiological electromyography, v. 1, n. 2005, p. 30-5, 2005.
- MERLETTI, Roberto; FARINA, Dario (Ed.). *Surface electromyography: physiology, engineering, and applications*. John Wiley & Sons, 2016.
- NORALI, Ahmad Nasrul; SOM, M.; KANGAR-ARAU, J. Surface electromyography signal processing and application: A review. In: *Proceedings of the International Conference on Man-Machine Systems (ICoMMS)*. 2009.
- STMICROELECTRONICS. Disponível em: <<https://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/SGSThompsonMicroelectronics/mXvwqq.pdf>>. Acessado em: 25 dez. 2023.