

## DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA UM TOMÓGRAFO DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA<sup>1</sup>

Patrick Becker de Oliveira<sup>2</sup>, Pedro Bertemes Filho<sup>3</sup>.

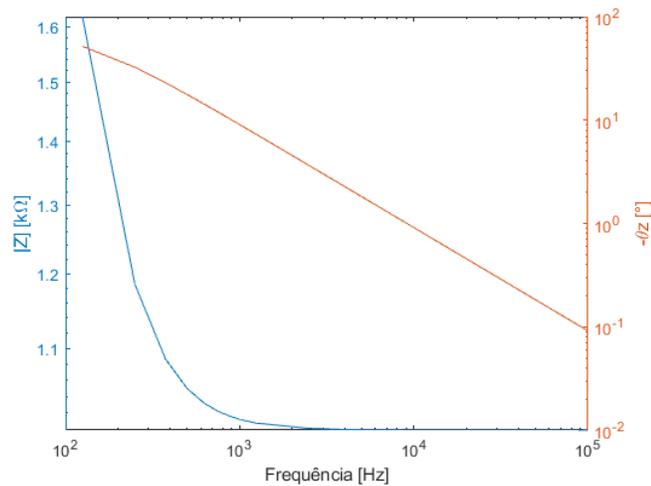
<sup>1</sup> Vinculado ao projeto “*Sistema de Tomografia de Impedância Elétrica Multifrequencial para Aplicações de Pequeno Porte*”

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica – CCT – Bolsista PIBIC

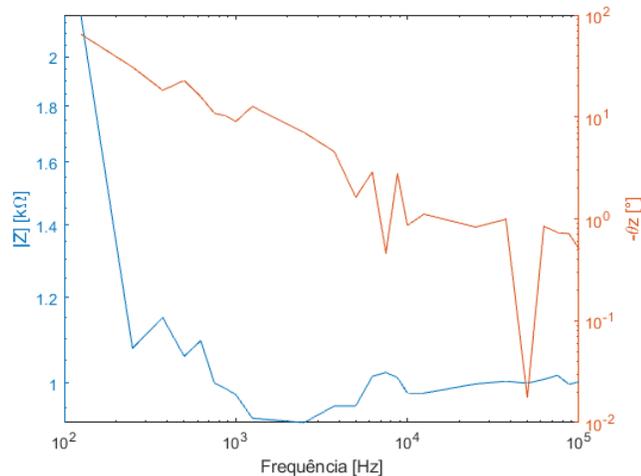
<sup>3</sup> Orientador, Departamento de Engenharia Elétrica – CCT – pedro.bertemes@udesc.br

**Introdução:** a tomografia de impedância elétrica (TIE) é uma técnica que possibilita a análise de uma amostra biológica e a obtenção de características próprias a partir da aferição de sua impedância, esse método pode ser aplicado em tempo real, de modo a atualizar a exibição dos resultados periodicamente, captando variações em sistemas dinâmicos analisados, o que pode ser aplicado no estudo de tecidos bioimpressos, contribuindo no desenvolvimento de modelos mais precisos. A presente pesquisa tem por objetivo o desenvolvimento de um software que possibilite à aquisição, processamento e exibição gráfica dos dados coletados através de um tomógrafo. Para que isso seja possível é necessário excitar a amostra com determinado sinal para analisar como o sistema se comporta, porém, de maneira geral, os tecidos biológicos apresentam uma impedância dependente da frequência, dessa forma é pertinente que o sinal injetado possua várias frequências para observar as características condutivas da amostra de maneira satisfatória. **Metodologia:** o sinal escolhido para ser aplicado é do tipo *Discrete Interval Binary Sequences* (DIBS) que possibilita a excitação do sistema em certas frequências sem a necessidade do envio de múltiplas ondas, foram utilizadas frequências entre 100 Hz e 100 kHz, o que necessitou de 3 sequências binárias com 32 pontos cada, uma correspondente a cada década, sendo que a da primeira década possui período total de 16 ms, a da segunda 1,6 ms e a da terceira 0,16 ms. Esse sinal é aplicado a um sistema composto por um resistor shunt em série com a amostra a ser analisada. Então, através da entrada analógica do microcontrolador STM32 e utilizando o *Direct Memory Access* (DMA) que permite o envio de informações diretamente de um periférico para a memória, múltiplas leituras de tensão para cada ponto da sequência são realizadas na entrada do circuito e no nó que liga o shunt à amostra enquanto o sinal é enviado. Esses dados são transmitidos por uma conexão USB para o Matlab onde a transformada rápida de Fourier é aplicada para que o valores de tensão lidos possam ser convertidos em valores de tensão e corrente da amostra para uma série de frequências pré-estabelecidas e, conseqüentemente, gerar um gráfico de módulo e fase da impedância em função da frequência. **Resultados:** sabendo que grande parte das amostras biológicas utilizadas podem ser modeladas por circuitos elétricos com resistores e capacitores, a funcionalidade do método supracitado pode ser verificada pela utilização de um circuito RC série, já que seu comportamento é semelhante à aplicação real e é possível determinar analiticamente módulo e fase da impedância em função da frequência a fim de compará-la com os resultados medidos, comparação essa que é observada entre a figura 1 (analítica) e a figura 2 (experimental) para o caso de uma capacitância de 1  $\mu\text{F}$  e uma resistência de 1  $\text{k}\Omega$ . **Discussões:** A partir dessa análise é possível notar que o decrescimento exponencial do módulo ocorre em ambos os casos, assim como a forma com que a fase se aproxima de zero é análoga nas duas imagens, porém também é notável um erro percentual que chega próximo de 50% em alguns pontos. Possíveis

limitações do experimento que contribuíram para esse resultado incluem a utilização da excitação em tensão, o que dispensou a utilização de uma fonte de corrente controlada por tensão, porém pode ter aumentado as componentes indesejadas do sinal e a não utilização de um amplificador de instrumentação que poderia descartar o ruído do sistema. Uma alternativa para corrigir esses erros via software é a realização de sucessivas medições de impedância com o intuito de exibir a média dos resultados. Outra consideração a ser feita é que ao trabalhar com frequências de leitura do ADC elevadas, o tempo para que o microcontrolador inicie as leituras de tensão influencia nos resultados obtidos, isso pode ser resolvido ao determinar experimentalmente quanto é esse tempo para cada canal do ADC, porém esse parâmetro precisaria ser novamente aferido caso o microcontrolador utilizado fosse substituído. **Conclusão:** O método de aferição de impedância descrito se mostrou funcional, ainda que necessite de um hardware mais complexo para minimizar os erros práticos.



**Figura 1.** Módulo e fase da impedância no domínio da frequência (calculados)



**Figura 2.** Módulo e fase da impedância no domínio da frequência (medidos)

**Palavras-chave:** Bioimpedância. DIBS. EIT.