

PROCESSAMENTO DE IMAGENS GERADAS ATRAVÉS DE MICRO-ONDAS PARA RECONHECIMENTO DE CÂNCER CEREBRAL INFANTIL: RESULTADOS PRÉVIOS

JOSÉ MARIO DIONIZIO JUNIOR¹, ANNA KARINA FONTES GOMES², ALEXANDRE MANIÇOBA DE OLIVEIRA³.

¹ Graduando em Engenharia de Controle e Automação, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Cubatão, junior.dionizio@aluno.ifsp.edu.br.

² Laboratório Maxwell de Micro-ondas, IFSP, Câmpus Cubatão, anna.gomes@ifsp.edu.br.

³ Laboratório Maxwell de Micro-ondas, IFSP, Câmpus Cubatão, amanicoba@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Engenharia Elétrica – 3.04.05.00-9

Apresentado no

2º Encontro de Pesquisadores de Iniciação Científica do IFSP, Campus Cubatão

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo a utilização de softwares matemáticos e de visualização de imagens a fim de gerar uma imagem de uma estrutura que simula o câncer cerebral infantil, diagnosticando-o. Os sinais são obtidos através de uma antena FSE-AVA com design fractal de Koch, juntamente com um *Phantom* não realístico, que simula a cabeça humana infantil. De modo que os dados obtidos no domínio da frequência são transformados para o domínio do tempo por meio da transformada inversa de Fourier e depois disso são aplicados a um tratamento de sinais onde é possível acentuar a estrutura desejada. Assim, uma imagem de micro-ondas é gerada representando a distribuição de impedâncias daquela área, o que descreve um possível diagnóstico médico.

PALAVRAS-CHAVE: visualização de imagens, câncer cerebral infantil, imagens de micro-ondas.

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, o câncer cerebral infantil é um dos grandes problemas da saúde pública com o aumento do número de casos identificados e por isso, há uma grande necessidade de diagnóstico precoce dessa doença [1, 3], que como se sabe, demanda grandes equipamentos e uma altíssima tecnologia com custo também elevado [1]. Nessas circunstâncias, uma proposta de micro-ondas é abordada em trabalhos como [2, 6] com a utilização de uma antena Vivaldi de elevada diretividade e o objetivo de obter sinais em frequência que possibilitem, após algum tratamento, uma imagem que possa contribuir com esse diagnóstico [5].

Esses sinais são obtidos através do SAM Phantom (Specific Anthropomorphic Mannequin), que proporciona a simulação de uma cabeça humana infantil com a introdução de um pequeno objeto similar ao tamanho de um tumor cerebral. O tratamento de tais sinais em frequência é feito em duas etapas: na primeira, utiliza-se uma transformada inversa de Fourier para transformar o sinal para o tempo; na segunda, o sinal passa por um processamento, que possibilita a visualização adequada da imagem desejada [4].

Neste trabalho, o objetivo é apresentar um algoritmo utilizado para a obtenção da imagem diagnóstica e os resultados prévios obtidos utilizando essas técnicas, evidenciando o diagnóstico adequado da simulação com o phantom proposto e destacando a sua proeminência.

MATERIAL E MÉTODOS

Com a utilização de uma antena FSE-AVA (Fractal Slot Edge - Antipodal Vivaldi Antenna), com design fractal de Koch, juntamente com um analisador de rede Rohde & Schwarz Vector Network Analyzer ZND, é possível obter dados em frequência referentes à uma seção transversal do phantom que contém o objeto a ser visualizado. Variando a posição do dispositivo, obtém-se um conjunto de dados, os quais são transformados do domínio da frequência, utilizando uma transformada rápida de Fourier inversa (IFFT). Os dados transformados são dispostos na forma de uma matriz, a qual é submetida a um processamento de sinais para obtenção da imagem diagnóstica desejada [5]. A etapa de processamento é dividida em 3 etapas: remoção de ruído, envelopamento do sinal e valor absoluto. Na Etapa 1, faz-se a subtração dos ruídos contidos nos sinais transformados, a partir de um sinal obtido quando não há objeto algum dentro do phantom. Na Etapa 2, obtém-se o envelopamento e normalização do sinal obtido na etapa anterior, possibilitando a visualização da estrutura desejada. Por fim, na Etapa 3, considera-se apenas os valores absolutos da matriz sem ruídos.

A Etapa 3, em particular, conta com o cálculo da primeira derivada utilizando diferenças atrasadas de primeira ordem. Isto é, considerando o dado como um vetor $u[n]$, em que $n = 1, \dots, 1001$, calculamos a derivada como $d[n] = u[n] - u[n - 1]$. Com os valores de $d[n]$ é possível encontrar os pontos críticos do sinal $u[n]$, que podem caracterizar pontos de máximo ou mínimo presentes no sinal. Utilizando o teste da primeira derivada, esses pontos são classificados e, com isso, obtém-se a função que envelopa o sinal. Esse processo de diferenciação funciona como um filtro passa-alta, ressaltando as altas frequência e atenuando as baixas. A normalização do sinal é obtida fazendo $\hat{u}[n] = u[n]/\max(u[n])$.

A novidade deste trabalho é uma mudança feita nesse processo. O algoritmo original [5] calcula o valor absoluto antes do envelopamento. Após alguns testes e estudos, foi concluído que calcular os valores absolutos após o envelopamento evita que haja uma suavização da estrutura desejada [4]. Além disso, existem outras técnicas além do valor absoluto que podem ser utilizadas para tratar o sinal. Dessa forma, mantendo a sequência de Etapas sugeridas nesse trabalho, há a possibilidade de aplicá-las ao sinal desejado e, potencialmente, melhorar a sua visualização.

Para possibilitar a obtenção dos sinais e a sua visualização, utilizam-se os softwares Octave e VisIt, respectivamente. Ambos os softwares são livres e abertos, o que facilita a divulgação científica da pesquisa e a sua reprodutibilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresentam-se os resultados preliminares obtidos com a metodologia apresentada. Primeiramente, considera-se o esquema da Figura 1, no qual apresenta-se o modelo SAM, caracterizado em formato de uma cabeça de criança. Nesse esquema, é possível identificar o objeto a ser identificado na imagem, que é um cubo de alumínio, próximo à parte frontal da cabeça, 35mm abaixo do topo. O objeto tem dimensões $5 \times 5 \times 5 \text{ mm}^3$ e está posicionado em um plano zy, como apresentado na figura. O modelo adotado é não realístico (interior feito de isopor), no entanto, é importante como um primeiro teste para validar a metodologia utilizada tanto para a obtenção dos dados, quanto para a obtenção da imagem diagnóstica.

Com a utilização da antena FSE-AVA, e variando milimetricamente na direção x, os dados em frequência são coletados e, assim, obtém-se um conjunto de sinais. Cada sinal é transformado para o domínio do espaço individualmente, utilizando uma IFFT unidimensional. Os dados transformados são dispostos em uma matriz, a qual é tratada com a metodologia apresentada.

Após a aplicação das etapas descritas na seção anterior, obtém-se a imagem de diagnóstico com dimensões $100 \times 150 \text{ mm}^2$. Como deseja-se ressaltar a estrutura principal da imagem, o seu domínio é limitado para a região compreendida entre os intervalos $[30, 70]$ em z e $[0, 40]$ em y. Na Figura 2, apresentam-se quatro imagens: (a) obtida após a IFFT; (b) obtida após a Etapas 1; (c) obtida após a Etapa 2 e Etapa 3; (d) obtida após a Etapa 3 e Etapa 2, nesta ordem. Pode-se observar que, ao aplicar a Etapa 1 à imagem transformada, uma estrutura começa a ser revelada na imagem, a qual não era possível de ser identificada em (a).

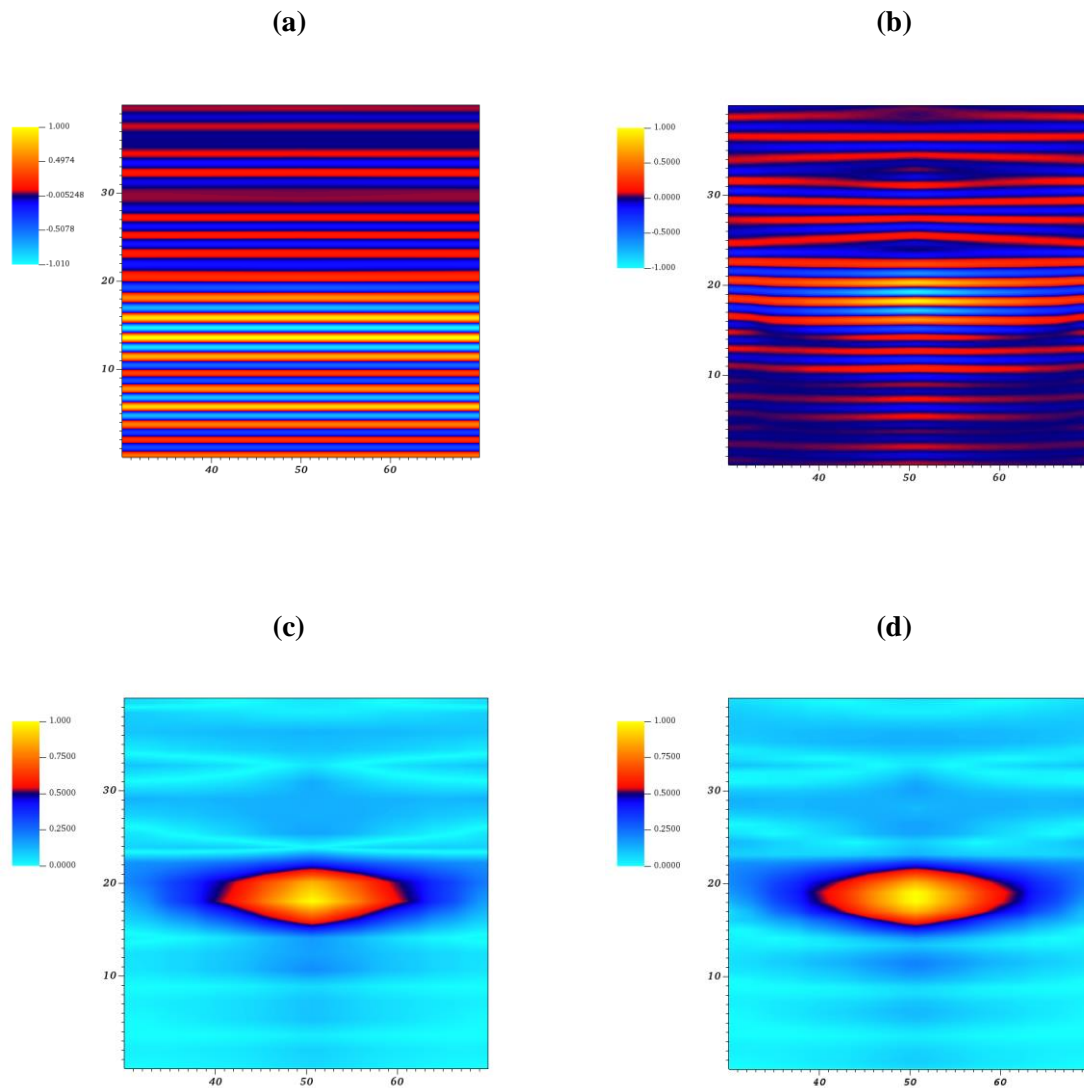
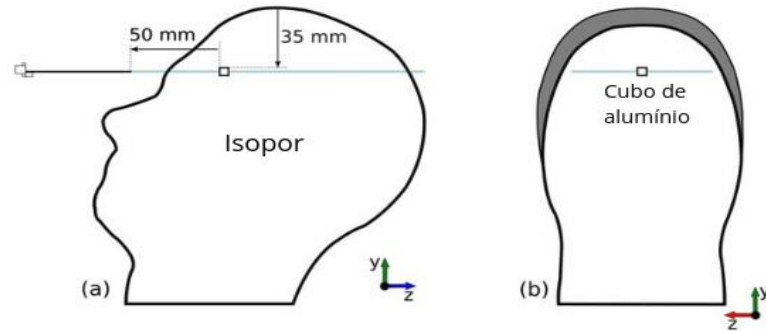


FIGURA 2. Imagem gerada após a transformada inversa de Fourier (a), após a Etapa 1 (b), após as Etapas 2-3 (c) e após as Etapas 3-2 (d), nessa ordem.

Pode-se observar que o centro da estrutura apresentada na Figura 2 encontra-se, aproximadamente, nas coordenadas $(z,y)=(50,20)$. Esse posicionamento é coerente com o esperado, visto que é a medida aproximada que se encontra o cubo de alumínio. Com isso, verifica-se que, após

a utilização do algoritmo de processamento de imagem proposto neste trabalho, de simples implementação, obtém-se uma imagem melhorada, facilitando a visualização da estrutura desejada que, ainda, tem o posicionamento coerente com a modelagem utilizada inicialmente.

CONCLUSÕES

Neste Trabalho foi apresentado uma metodologia de obtenção de imagens com a utilização de sinais de micro-ondas. As etapas de processamento dessa imagem foram explicadas com o objetivo de obter uma visualização apropriada das estruturas que simulam um câncer cerebral infantil.

Os resultados obtidos foram convincentes, de modo que foi possível identificar a estrutura do objeto desejado, um cubo de alumínio inserido no interior do SAM. Com base nesses resultados, há o objetivo futuro de realizar um estudo e implementação de novas técnicas de processamento, cujo intuito é obter imagens ainda mais eficientes do ponto de vista de representação de estruturas. Outrossim, está em desenvolvimento um modelo do SAM realístico, a fim de se obter dados mais complexos que se aproxime de situações reais. Com isso, será possível aprimorar o algoritmo apresentado nesse trabalho.

Por conseguinte, essas considerações e resultados apresentados neste trabalho mostram o quanto que esse tipo de pesquisa pode contribuir em áreas de conhecimento relevantes e de interesse para a sociedade. Com a evolução de tais técnicas, a obtenção de imagens de câncer cerebral infantil através da antena FSE-AVA e dos métodos que a seguem, será um grande avanço no diagnóstico de câncer cerebral infantil, com custo e espaço necessário para utilização amplamente reduzidos.

Devem basear-se exclusivamente nos resultados do trabalho. Evitar a repetição dos resultados em listagem subsequente, buscando, sim, confrontar o que se obteve com os objetivos inicialmente estabelecidos. (Times New Roman, 11, Justificado).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao fomento provido pelo Instituto Federal de São Paulo, via pró-reitoria de pesquisa (edital 823/2018), a Rogers Co. pelo fornecimento dos substratos e a Rohde & Schwarz pelo apoio tecnológico durante as medidas.

REFERÊNCIAS

- [1]. BARON, M. C. Advances in care of children with brain tumors. *Journal of Neuroscience Nursing*, Glenview, v. 23, n. 1, p. 39-43, 1991.
- [2]. CHEW, Kim Mey et al. Human Brain Microwave Imaging Signal Processing: Frequency Domain (S-parameters) to Time Domain Conversion. *Engineering*, v. 5, n. 05, p. 31, 2013.
- [3]. KLEIHUES, P. et al. The WHO Classification of Tumors of the Nervous System. *Journal of Neuropathology & Experimental Neurology*, v. 61, n. 3, p. 215-225, 2002.
- [4]. MANIKANDAN, M. S., & SOMAN, K. P. A novel method for detecting R-peaks in electrocardiogram (ECG) signal. *Biomedical Signal Processing and Control*, 7(2), 118-128, 2012.
- [5]. OLIVEIRA, A. M., JUSTO, J. F., PEROTONI, M. B., KOFUJI, S. T., NETO, A. G., BUENO, R. C., & BAUDRAND, H. A high directive Koch fractal Vivaldi antenna design for medical near-field microwave imaging applications. *Microwave and optical technology letters*, 59(2), 337-346, 2017.
- [6]. RAGHAVAN, S.; RAMARAJ, M. An Overview of Microwave Imaging towards for Breast Cancer Diagnosis. In: *Progress in Electromagnetics Research Symposium Proceedings*, p. 627-630, 2012.