



ESTUDO DE CASO PHANTOM HETEROGÊNEO PARA PLICAÇÃO EM ULTRA WIDEBAND

^{1,2}Lucas Paraventi Gomes Cardim de Medeiros, ^{1,2}Gustavo Ferreira Vicentine, ^{1,2}Dr. Alexandre Maniçoba de Oliveira, ^{1,2}Marco Antoni Bernardino Pinto, ^{1,2}Heitor Giatte da Costa, ^{1,2}José Mário Dionizio Junior, ^{1,2}Raimundo Eider Figueredo.

¹Laboratório Maxwell de Micro-ondas e Eletromagnetismo Aplicado (LABMAX), ²Instituto Federal, de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP).

{paraventi; gustavo; amanicoba; m.antonio; heitor; raimundo}@labmax.org;
junior.dionizio@aluno.ifsp.edu.br

Resumo – O trabalho apresenta um estudo de caso sobre a fabricação de um “phantom” heterogêneo. Os “phantoms” estudados foram capazes de simular fielmente as características dielétricas encontradas no real cérebro humano, para isso foi examinado e avaliado a técnica de mistura desenvolvida pelos autores: Beada’a J. Mohammed, Amin M. Abbosh, Samah Mustafa, e David Ireland na criação de compósitos orgânicos que se assemelhem as propriedades reais de tal maneira que possibilite a replicação do método sem a necessidade de grandes investimentos ou dependências especializadas.

Palavras-chave: Imagens de micro-ondas; Phantom; Ultra wideband; Propriedades dielétricas; Estudo de caso.

INTRODUÇÃO

O uso de imagens por micro-ondas para aplicações médicas tem crescido exponencialmente nos últimos anos, muito disso em função da sua praticidade de utilização sem o comprometimento da entidade exposta a ela. Isso ocorre, pois, as micro-ondas apresentam a capacidade de penetração em materiais classificados como dielétricos na convenção “ultra wideband” [1].

Em específico as imagens formadas pelas micro-ondas é uma técnica para detecção de cânceres extremamente promissora, isso, pois através da diferenciação das constantes dielétricas dos tecidos saudáveis em comparação com os tumores ocasionados pelo câncer são de extrema evidência, dentro da “ultra wideband” [2]. Como pode ser averiguado em [3] essa teoria já foi utilizada empiricamente assim como algoritmos para geração de imagens através destas detecções e apresentaram resultados satisfatórios para aplicações clínicas [2], o que por sua vez motivou o estudo de caso para uma profunda análise de produção e resultados obtidos através de experimentações realizadas através do “phantom” explanado.

Dito o potencial existente para aplicações clínicas no que tange a formação de imagens por micro-ondas é necessário reforçar os estudos para garantir que tal método apresente eficácia comprovada e segurança antes de submissão em humanos. Para que os testes possam ser realizados de maneira segura e eficaz foi desenvolvido um “phantom” presente na literatura vista em [1 e 4] cujo objetivo é emular da forma mais próxima possível as características dielétricas dos tecidos encontrados na cabeça humana [5].

DESENVOLVIMENTO

Segundo [4] para a fabricação de “phantoms” de tecidos biológicos realísticos para cabeça humana é fundamental emular fielmente as

características dielétricas daquele tecido referido, a banda de frequência escolhida é a “ultra wideband”, isso, pois sua frequência de operação (1 - 4 GHz) oferece um satisfatório compromisso entre a penetração necessária dos sinais de micro-ondas emitidos em baixa potência para formação da imagem [4].

Na Figura 1 presente em [4] é demonstrado um esquema interno da localização dos diferentes tecidos encontrados no cérebro humano, esta figura foi utilizada como referência dos tecidos simulados por [4] através dos compósitos selecionados na Tabela 1.

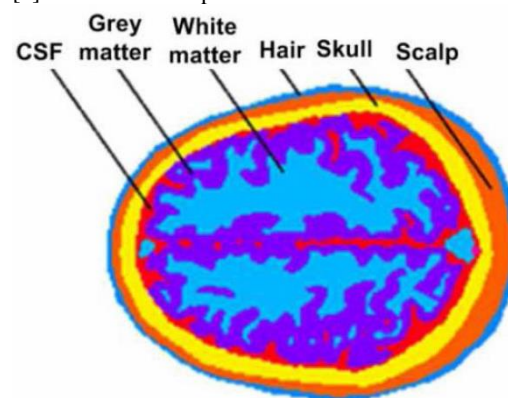


Figura 1- Principais tecidos cérebro humano [4].

Para a produção do “phantom” mantendo um preço acessível e uma factibilidade mesmo em laboratórios de pequeno porte os materiais utilizados por [1 e 4] para fabricação dos diferentes tecidos foram: cloreto de polivinilo, água, farinha de milho, gelatina, ágar e azida de sódio.

O procedimento adotado por [1 e 4] é simples e pretende viabilizar a reprodução científica de forma acessível quando comparado com demais exemplares disponíveis no mercado e até mesmo de produção autônoma em laboratórios independentes. Como pode ser visto em [1 e 4] primeiro o cloreto de polivinilo deve ser o suporte para os demais passos, formando uma espécie de concha para o “phantom” a



parte interna remanescente foi preenchida com o representante do líquido cefalorraquidiano (LCR), matéria branca e matéria cinza ao passo que a parte externa é coberta com uma fina camada de gel, um compósito que deve emular as características do couro cabeludo.

Para encenar um ruído de modo a ser detectado durante a submissão de testes realizados com o “phantom”, a fim de verificar sua eficácia [6] os autores inserem um acúmulo de sangue na parte interior de uma parcela do cérebro construído, esse objeto tem como função se assemelhar a um derrame cerebral que deve ser detectado pelos instrumentos de medição quando submetido a testes.

A Tabela 1 expõem a receita detalhada do processo desenvolvido por [1 e 4] descrito no parágrafo anterior, foi discretizado a manipulação dos compósitos a fim de tornar possível a reprodução e especulação dos elementos utilizados.

TABELA 1 – Formação compósitos para LCR, sangue, tecido cinzento e tecido branco.

	LCR	Tecido Cinzento	Tecido Branco	Sangue
Água (mL)	150	560/570	350/364	100
Farinha de Milho (g)	5.45	350/286	200/185	12.8
Gelatina (g)	0	0/0	10.5/9.8	24
ágar (g)	20.2	18.5/17.7	0/0	0
Azida de Sódio (g)	0.15	0.56/0.57	0.35/0.36	0.1
Propileno glicol (g)	4	0/0	0/0	0

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo de caso apresenta um método de desenvolvimento viável para produção de “phantom” eficiente para manipulações médicas especializadas para detecção de tumores e demais ruídos cerebrais, atendendo as particularidades requisitadas do projeto apresentando satisfatória semelhança e baixo custo.

O “phantom” desenvolvido por [1 e 4] final é apresentado na Figura 2, onde é possível notar as diferentes camadas inseridas no invólucro impresso em 3D. Além disso, foi submetido a testes em [6] apresentando resultados apropriados com aqueles esperados correspondendo as características dielétricas semelhantes a de um cérebro humano no que tange a permissividade relativa e condutividade como exposto adiante.

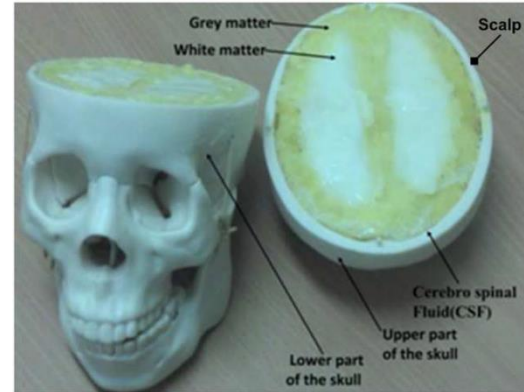


Figura 2 – “Phantom” final [4].

Na Figura 3 retirada do trabalho “Realistic head phantom to test microwave systems for brain imaging” é evidente as semelhanças atingidas com os compósitos construídos, para com os valores esperados, neles foram plotados os gráficos da permissividade relativa (a) e condutividade (b) no domínio da frequência na ordem de 1 até 4 GHz, o que corresponde diretamente ao escopo do trabalho investigado de atuar em “ultra windband”. Confrontando os resultados esperados para com os atingidos é possível notar uma proximidade bastante satisfatória para usabilidade em aplicações clínicas.

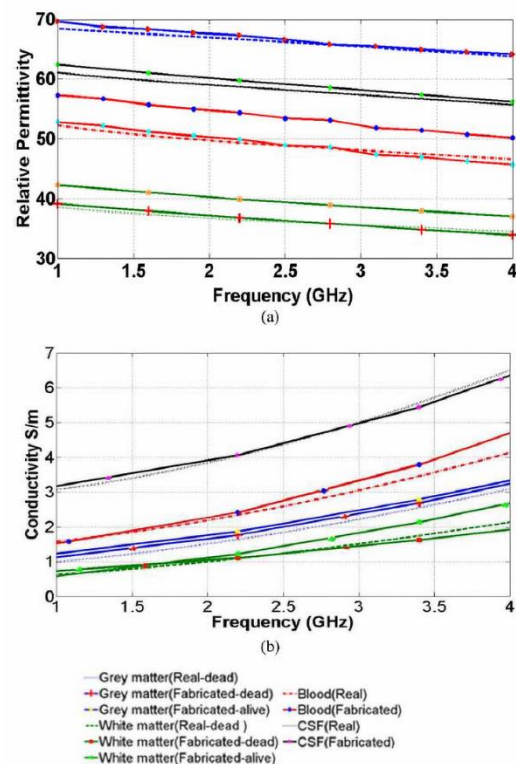


Figura 3 – (a) Permissividade relativa e (b) Condutividade (S/m) [4].

Além do objetivo atingido em avaliar as semelhanças alcançadas o “phantom” também retém suas características dielétricas por até 4 semanas [4 e 6] e possui um invólucro conveniente para experimentos visto que também foi utilizado impressão 3D para complementar o material exposto.

O estudo de caso contribui com aprendizado científico e um profundo entendimento sobre testes



clínicos realizados com a aprovação do “phantom” exposto possuindo diversas possibilidades para uma futura expansão da pesquisa podendo melhorar ainda mais os resultados aqui apresentados principalmente a longo prazo.

REFERÊNCIAS

- [1] Mohammed, Beadaa J., et al. "Microwave system for head imaging." *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 63.1 (2013): 117-123.
- [2] Islam, Md Tarikul, et al. "Experimental breast phantoms for estimation of breast tumor using microwave imaging systems." *IEEE Access* 6 (2018): 78587-78597.
- [3] Islam, M. Tarikul, et al. "A compact slotted patch antenna for breast tumor detection." *Microwave and Optical Technology Letters* 60.7 (2018): 1600-1608.
- [4] Mohammed, Beada'A. J., and Amin M. Abbosh. "Realistic head phantom to test microwave systems for brain imaging." *Microwave and Optical Technology Letters* 56.4 (2014): 979-982.
- [5] Abedi, Soroush, et al. "A Simulation-Based Methodology of Developing 3D Printed Anthropomorphic Phantoms for Microwave Imaging Systems." *Diagnostics* 11.2 (2021): 376.
- [6] Mustafa, Suleiman, Benattou Mohammed, and Amin Abbosh. "Novel preprocessing techniques for accurate microwave imaging of human brain." *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters* 12 (2013): 460-463.