

## **Análise da Taxa de Absorção Específica de Antena Têxtil Posicionada Próximo ao Braço Esquerdo**

**Éberte Valter da Silva Freitas<sup>1</sup>, Luann Georgy Oliveira Queiroz<sup>2</sup>, Danilo da Silva Moura<sup>1</sup>, Juan Rafael Filguiera Guerra<sup>3</sup>, Samanta Mesquita de Holanda<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Engenharias – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)  
Caixa Postal 137 – 59625-900 – Mossoró – RN – Brasil

<sup>2</sup>Centro Tecnológico – Departamento de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – 29075-910– Vitória – ES – Brasil

<sup>3</sup>Centro de Tecnologia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) –  
59078-970– Natal – RN – Brasil

ebertefreitas@ufrn.edu.br, luann.queiroz@aluno.ufes.br,  
danilo100\_sm@hotmail.com, juan\_fguerra@outlook.com,  
samanta\_holanda@hotmail.com.

**Abstract.** *This study determined the specific absorption rate of a microfit antenna with cotton and polyester textile substrate, located near the left arm of an adult man. Four possibilities of antenna angulation were simulated through the HFSS® software due to the flexibility of the tissue and the movement to which it is subjected due to the location of the array: flat and curved at 40, 60 and 90 degrees. The results show that the four simulated conditions conform to the limit specified by the IEEE C96.1 standard: 2005.*

**Resumo.** *Este estudo determinou a taxa de absorção específica de uma antena de microfita com substrato têxtil de algodão e poliéster, localizada próxima ao braço esquerdo de um homem adulto. Foram simuladas, através do software HFSS®, quatro possibilidades de angulação da antena em decorrência da flexibilidade do tecido e da movimentação a qual ela está sujeita em decorrência do local de disposição, são elas: plana e curva em 40, 60 e 90 graus. Os resultados mostram que as quatro condições simuladas estão em conformidade com o limite especificado pelo padrão IEEE C96.1:2005.*

### **1. Introdução**

O Termo *E-health* refere-se aos conjuntos de práticas e atuações promotoras ou preventivas de saúde aparadas por Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) (Kampmeijer et. al, 2016). Dentre as formas de *e-health* destaca-se sua modalidade móvel, *m-health*, que também consiste em uma ferramenta de cuidados médicos e de saúde, porém conta com o auxílio de dispositivos móveis vestíveis para sua execução e utilização, isto é, *smartphones*, aparelhos de monitoramento pessoal e *tablets* (Valente, 2017 e Machado, 2017). A fim de explorar os benefícios dessas tecnologias sem fio para a telemedicina, emerge a rede sem fio de área do corpo, ou simplesmente WBAN (Shen et. al, 2018).

Nos sistemas tradicionais de monitoramento de pacientes, sobretudo nos casos de pacientes acamados, os sistemas de múltiplos sensores apresentam fios entre eletrodos

que além de serem de difícil manejo podem limitar a mobilidade do indivíduo, resultando em perda de conforto, redução do tempo de reestabelecimento de funções motoras e, assim, influenciar de forma negativa o tempo de recuperação. Em contrapartida, a WBAN baseia-se em redes de sensores sem fio e pode fornecer monitoramento e possibilidades de intervenção remotas, através de sensores implantados ou sobpostos ao corpo (Jovanov et. al, 2005 e Shen et. al, 2018).

Devidos as vantagens frente aos dispositivos e condições tradicionais de monitoramento e intervenção terapêuticas, sistemas de vigilância da saúde sem fio integrados em sistemas de telemedicina são novas tecnologias da informação capazes de suportar a detecção precoce de condições anormais, construir quadro evolutivos de enfermidades com maior riqueza de detalhes, e prevenção das suas consequências graves. Para Shen et. al (2018), nesse momento a WBAN tem grandes perspectivas de potencial transformador no cuidado de idosos e deficientes, além de aplicação militares, esportes e entretenimento. Há estudos referentes a seus ganhos no tratamento de doenças renais, recuperação pós-operatória, e prevenção da síndrome da morte súbita infantil (Latré et. al, 2011).

## **2. Objetivo**

Determinar a absorção de energia eletromagnética que penetra os tecidos humanos em decorrência do uso de antena de microfita têxtil em aplicações biomédicas em WBAN.

## **3. Metodologia**

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória na modalidade de desenvolvimento tecnológico, de abordagem quantitativa desenvolvida no laboratório de micro-ondas e telecomunicações do Centro Integrado de Inovação Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (CITED/UFERSA).

As etapas estabelecidas como percurso metodológico foram:

- Etapa I: Definição e caracterização física e elétrica do material têxtil;
- Etapa II: Simulação.

Para a análise da taxa de absorção local da radiação, visando o suporte para estudos futuros do uso de sensores para sinalização de risco de disfunção cardiovascular, foi escolhido o braço esquerdo devido ao número recorrente de tecnologias esportivas em uso cujo acoplamento se dá nessa região. A Figura 1 apresenta o local escolhido para posicionamento das antenas.



**Figura 1 – Disposição da antena curva em 90° sobre o braço esquerdo.**

O posicionamento da antena em relação ao braço foi padronizado em todas as simulações, estando centralizadas e a mesma distância do braço. Os parâmetros e propriedades de todas as quatro condições de curvatura da antena foram determinados sem que houvesse contato com o braço, estando a influência da permeabilidade dos tecidos do mesmo restrita aos ensaios para a determinação da taxa de absorção específica (SAR – sigla em inglês para Specific Absorption Rate).

## **4. Resultados**

### **4.1 Fibras têxteis utilizadas**

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabelece, mediante a norma NBR 13734:2016 de primeiro de dezembro de 2016, os requisitos para fabricação dos tecidos para uso hospitalar, bem como padroniza as dimensões dos artigos obtidos a partir deles (NBR 13734). Apesar de não apresentar caráter obrigatório, o artigo em questão busca o estabelecimento de um padrão considerando para tanto, conforto, durabilidade, higienização e composições usuais no mercado atual.

Dentre as malhas está a de Algodão (CO) e Poliéster (PES) e foi a escolhida para o desenvolvimento dos estudos desse trabalho por ser uma das composições que se adequam aos requisitos da NBR 13734:2016 e figurar entre o conjunto dos principais tipos utilizados comercialmente (Balanis, 2009).

Conforme as propriedades da malha escolhida para o substrato da antena de microfita flexível em estudo, pode-se realizado o seu dimensionamento. A Tabela 1 apresenta as características do projeto da antena de geometria retangular, estando em concordância com os dados apresentados por Guerra (2016).

**Tabela 1. Características da antena com substrato composto por CO e PES**

<b>Característica do Projeto</b>	<b>Valores</b>
$f_r$ (GHz)	2,45

$\epsilon_r$	1.7663
Tan $\delta_{\text{dielétrico}}$	0,1177
$\sigma_{\text{condutor}}(\text{S.m}^{-1})$	$5,8 \times 10^7$
$W$ (mm)	52,02
$L$ (mm)	44,51
$W_m$ (mm)	7,89
$L_m$ (mm)	23,49
$h$ (mm)	2,22
$W_a$ (mm)	104,04
$L_a$ (mm)	93,09
$CF$ (%)	97,02

As dimensões do plano de terra e do substrato ( $W_a$  e  $L_a$ ) são iguais e foram determinadas proporcionalmente aos valores do patch.

#### 4.2 Specific Absorption Rate (SAR)

De acordo com o Padrão IEEE C96.1:2005, 2W/kg é o valor máximo admissível para o SAR. Nas análises realizadas, este valor variou de acordo com o grau de curvatura de cada antena, sem, no entanto, ser ultrapassado por nenhuma delas. A Figura 2 apresenta o SAR das quatro condições de curvatura da antena obtido para a frequência de maior coeficiente de reflexão de cada uma delas.

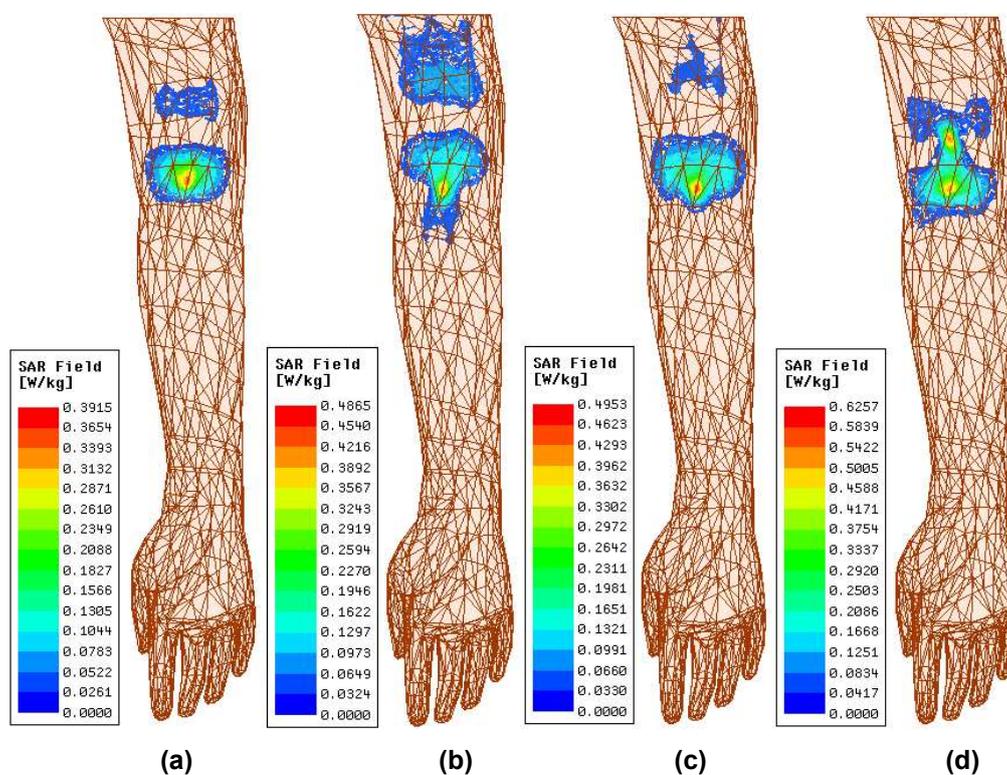
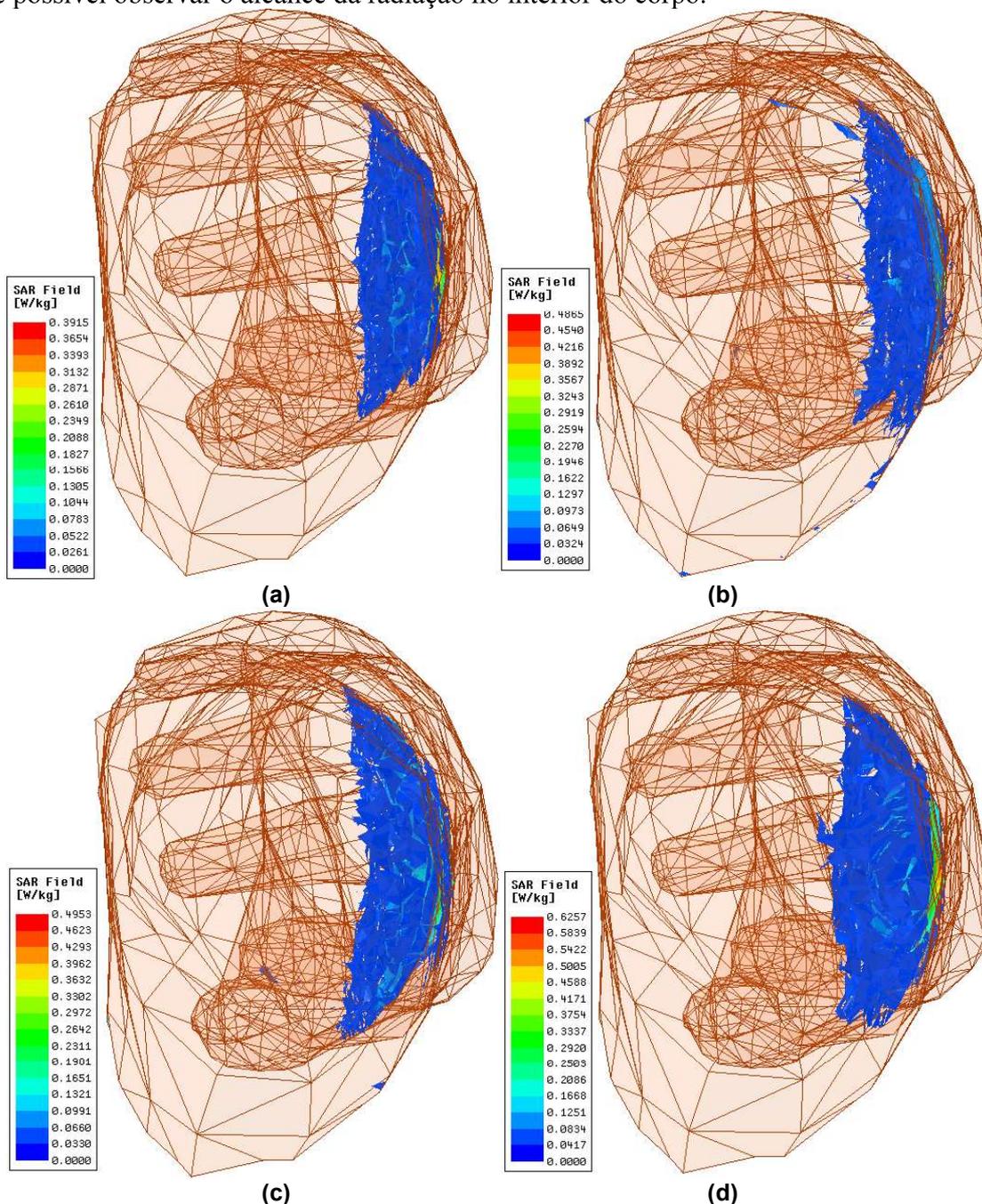


Figura 2 – Taxa de absorção específica da antena plana (a), curva em 40° (b), 60°(c) e 90°(d)

A distância entre o braço e antena foi mantida para todas as quatro situações estudadas, e observou-se a linearidade dos valores da SAR conforme a curvatura da antena, uma vez que o aumento do SAR foi visto na sucessão entre as condições plana (0,39 W/kg), curva em 40° (0,48 W/kg) e em 60° (0,49 W/kg) e a de 90° (0,62). Todas figuraram dentro do padrão IEEE C96.1:2005. A Figura 3 apresenta a vista superior do braço através da qual é possível observar o alcance da radiação no interior do corpo.



**Figura 3 – Vista interna do braço esquerdo evidenciado a penetração da radiação no corpo. Antena plana (a), curva em 40° (b), curva em 60° (c), e curva em 90° (d).**

Conforme a Figura 3, a penetrabilidade de radiação nos tecidos se deu de forma similar entre as condições estudadas, não alcançando o centro do membro

## 5. Conclusão

Na etapa de revisão literária foi possível a escolha e caracterização de um dos tecidos padronizados para uso hospitalar, e embora este não apresente as mesmas propriedades de gramatura e resistência dimensional estabelecidos pela normativa, sua proximidade com os valores exigidos e os encontrados comercialmente suportam sua escolha e subsidiaram o desenvolvimento da etapa de simulação.

Junto da disposição geométrica da antena sobre o corpo humano, este atua como um meio dielétrico com perdas e a permissividade relativa da área de contato da antena com o corpo humano pode mudar de impedância na zona de campo próximo da antena e por isso deve ser considerado no projeto de antenas para aplicações WBAN. Neste estudo, a Taxa de Absorção de Radiação Específica figurou bem abaixo dos valores estabelecidos como máximos pelo padrão IEEE C96.1:2005 em todas as quatro condições da antena.

Assim, ao final deste trabalho, pode-se concluir que a normalização dos tecidos para uso hospitalar precisa ir além da busca por conforto e higienização, preocupando-se também no atendimento de condições mínimas de implementação das novas ferramentas de telemedicina.

## Referências

- Balanis, C. A. Teoria das antenas: análise e síntese. vol. 1 e 2. 3<sup>a</sup> ed. Grupo Gen-LTC, 2009.
- Guerra, J. R. F. "Projeto de antena de microfita flexível utilizando de tecido malha a base de fibras naturais e sintéticas," 2016.
- Jovanov, E. Milenkovic, A. Otto, C. and De Groen, P. C. "A wireless body area network of intelligent motion sensors for computer assisted physical rehabilitation," Journal of NeuroEngineering and rehabilitation, vol. 2, no. 1, p. 6, 2005.
- Kampmeijer, R. Pavlova, M. Tambor, M. Golinowska, S. and Groot, W. "The use of e-health and m-health tools in health promotion and primary prevention among older adults: a systematic literature review," (in eng), BMC Health Serv Res, vol. 16 Suppl 5, p. 290, 09 2016.
- Latré, B. Braem, B. Moerman, I. Blondia, C. and Demeester, P. "A survey on wireless body area networks," Wireless Networks, vol. 17, no. 1, pp. 1-18, 2011.
- Machado, E. C., "Melhoria de um conjunto de heurísticas de usabilidade para sistemas mHealth em smartphones," Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. [Online].
- NBR 13734: Produtos têxteis para saúde - Características de lençóis, fronha e pijama hospitalar, 2016.
- Shen, J. Chang, S. Shen, J. Liu, Q. and Sun, X. "A lightweight multi-layer authentication protocol for wireless body area networks," Future Generation Computer Systems, vol. 78, pp. 956-963, 2018.
- Valente, T. S. d. S. "Aplicação móvel para controlo de cálculos renais e consumo de água," Mestrado em Human Computer Interaction, Departamento de Artes e Tecnologias, Escola Superior de Educação | Instituto Politécnico de Coimbra, Repositório Comum, 2017. [Online].