

Estudo da curvatura do uso de antenas planares de microfita em aplicações IoHT

Resumo — Devido a aplicabilidade de tecnologias juntamente com a necessidade de miniaturizar e portabilizar processos, espera-se que os dispositivos eletrônicos se adequem a tecnologias embarcadas e vestíveis, principalmente quando se trata de aplicações em *IoHT*, uma vez que estas tecnologias apresentam grande aplicabilidade para medição e monitoramento de sinais vitais. As antenas planares se apresentam como soluções acessíveis para o atendimento de tais demandas, diante disso, o trabalho proposto trata-se de um estudo paramétrico em âmbito computacional, dessa forma verifica-se os efeitos de curvatura aplicado as antenas planares de *patch* retangular com o propósito de utilização em dispositivo de monitoramento de quedas para idosos. Os valores dos parâmetros de coeficiente de reflexão e frequência de ressonância das antenas nos diferentes ângulos de curvatura estudados, de 10°, 15°, 20° e 30° mostraram a aplicabilidade em transmissão na banda *ISM*, assim como os valores de ganho total se apresentaram similares a da antena plana.

Palavras-chave — comunicação; *IoHT*; antena; análise; curvatura.

I. INTRODUÇÃO

O advento de componentes eletrônicos de comunicação em diversos sistemas de controle e monitoramento apresentam flexibilidade na aplicação devido às mudanças que esses dispositivos sofrem com o passar do tempo. O avanço na microeletrônica é retratado principalmente com a evolução das capacidades de processamento e comunicação e, principalmente, com a diminuição gradativa das dimensões físicas dos dispositivos eletrônicos, auxiliando nas mais diversas aplicações requeridas. Com a necessidade da miniaturização de componentes e facilidade de portabilização, existe a tendência de que processos e sistemas se adequem a tecnologias embarcadas ou vestíveis.

Para sistemas baseados na *IoHT* (*Internet of Healthcare Things*) é essencial o planejamento a respeito de como os dispositivos serão dispostos sobre o corpo dos pacientes. Quando são aplicados em dispositivos vestíveis, esses sistemas têm seus dados monitorados e enviados para a rede, por meio de transmissão via *WI-FI*. A área da saúde já é amplamente beneficiada com a adesão de soluções envolvendo o uso de tecnologias embarcadas. Com o uso dessas tecnologias, é possível acompanhar o paciente em tempo real, agilizando a prestação de socorro. É de vital importância a prestação de atendimentos emergenciais, conhecimentos simples a respeito de tais atendimentos muitas vezes evitam complicações futuras, diminuem o sofrimento e podem salvar vidas [1].

Este trabalho apresenta a modelagem e a análise, no âmbito de simulação computacional, de um modelo de antena de *patch* retangular em comparação ao mesmo dispositivo submetido a diferentes curvaturas, apresentando as diferenças relacionadas aos coeficientes de reflexão e ganho total para cada ângulo de curvatura, no qual serão verificadas as diferenças nos resultados de cada curvatura para saber se haverá a possibilidade de sua aplicação em dispositivo embarcado para monitoramento de quedas de idosos e em cada caso se a aplicação vai gerar impactos negativos na utilização do dispositivo.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. *Internet of Healthcare Things*

Para a área da saúde, existe uma ramificação da *IoT* (*Internet of Things*) apresentada como *IoHT* que trabalha soluções para o monitoramento de sinais vitais por meio de sensores biomédicos que estão conectados a rede e possibilitam a conexão e comunicação entre o paciente e as unidades de saúde, facilitando o envio e monitoramento dos sinais vitais [2].

A *IoHT* se manifesta de forma abrangente por meio de dispositivos vestíveis, como relógios, pulseiras, calçados entre outros. Por meio de dispositivos que auxiliam no monitoramento de pacientes através do uso de sensores não invasivos, com intuito de ocasionar o mínimo de desconforto possível ao paciente. O monitoramento em tempo real e a análise de sinais vitais auxiliam na detecção e prevenção de eventos adversos que possam gerar riscos à vida [3].

B. Antenas planares de *patch* retangular

Para a aplicação e utilização de sensores, atuadores e componentes eletrônicos em um sistema, a comunicação deve ser estabelecida de forma eficaz. A antena é um dispositivo criado com a finalidade de estabelecer comunicação sem fio, ela pode ser entendida como um dispositivo intermediário capaz de transmitir radiação de um dispositivo de guiamento para o espaço livre, funcionando também como receptora deste sinal [4].

Existem diferentes tipos de antenas desenvolvidas para propostas distintas, porém para o âmbito da *IoHT* a antena de tipo microfita apresenta sinergia com as demandas requeridas porque são discretas, moldáveis a superfícies planas e não-planas, de construção simples, de baixo custo por serem produzidas a partir de circuitos impressos, além de possuírem versatilidade em termos de frequência de ressonância,

polarização, diagrama de impedância. Elas são compostas de uma plaqueta metálica disposta sobre um material dielétrico conectado a outra plaqueta metálica, como observado na Fig. 1 [5].

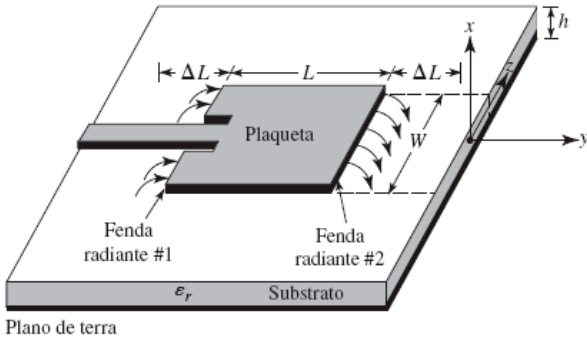


Fig. 1. Elementos de uma antena de microfita. Fonte: Adaptado de BALANIS, 2009.

III. METODOLOGIA

A metodologia adotada para o trabalho foi uma abordagem investigativa de caráter simulado, através do ANSYS *High Frequency Structure Simulator*, Release 2019.2, onde foram modeladas as antenas e adotado o método da linha de transmissão para esta análise, buscando averiguar os efeitos da curvatura nos parâmetros de uma antena de microfita.

O método da linha de transmissão consiste em um caminho condutor, geralmente muito menor que o patch, como demonstrado na Fig. 1. O método de análise da linha de transmissão considera o efeito de borda que ocorre na antena pelo fato do patch possuir dimensões finitas, a Fig. 1 demonstra esse efeito. Tal fenômeno possibilita que as linhas de campo percorram o ar juntamente com o substrato, indo em direção ao plano de terra, dessa forma é requerido o uso de um modelo de permissividade que englobe os dois materiais. Para realizar o cálculo das dimensões do patch se faz necessário inicialmente a utilização da fórmula da constante dielétrica efetiva (ϵ_{ref}) na Equação (1) [6].

$$\epsilon_{ref} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-1/2} \quad (1)$$

Onde ϵ_r é a permissividade do substrato, h é a altura do substrato e W é a largura do *patch*.

O *patch* da antena está sujeito a variação de comprimento devido ao efeito de borda discutido, a Fig. 1 representa a variação que deve ser considerada, assim como a determinação do valor dado pela variação do comprimento da antena dado pela Equação (2), onde ΔL representa a variação do comprimento da antena.

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{ref} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{ref} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (2)$$

Utilizando o método da linha de transmissão na Equação (3), que define como calcular o comprimento da antena para a

frequência de ressonância almejada (f_r), e na Equação (4), que apresenta como obter o valor da largura da antena para a exata situação [6].

$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{ref}}} - 2\Delta L \quad (3)$$

$$W = \frac{c}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (4)$$

Para a antena modelada, a técnica denominada *Inset Feed* foi utilizada para realizar o casamento de impedância da antena com a linha de transmissão, esta que foi dimensionada a partir da utilização das Equações (1), (2), (3), (4). Essa técnica consiste em abrir fendas no *patch* ocorrendo a redução da impedância de entrada, a Fig. 2 apresenta as fendas desenvolvidas pela técnica do *Inset Feed* expressas pelas dimensões y_0 e y_w , onde o valor para y_0 , pode ser obtido a partir da fórmula de ajuste de curva para o comprimento do *Inset Feed* dada na Equação (5). Para o valor de y_w varia dependendo do projeto realizado, podendo ser adotado como sendo a metade da largura da linha W_0 [7].

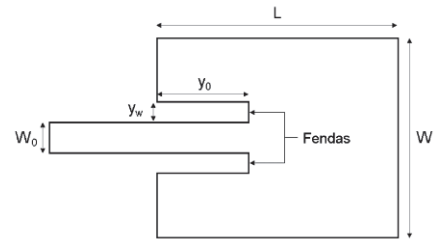


Fig. 2. Representação de *Inset Feed* aplicado a uma antena de tipo microfita. Fonte: MESQUITA, 2016.

$$y_0 = 10^{-4} (0,001699\epsilon_r^7 + 0,1376\epsilon_r^6 - 6,1783\epsilon_r^5 + 93,187\epsilon_r^4 - 682,69\epsilon_r^3 + 2561,9\epsilon_r^2 - 4043\epsilon_r + 6697) \frac{L}{2} \quad (5)$$

Através de *software* ANSYS HFSS, inicialmente foi feita a modelagem de uma antena de microfita com substrato composto de dielétrico Roger RO3006, que possui permissividade elétrica de 6,15, com altura de substrato de 0,25 mm. Esse substrato foi selecionado devido a flexibilidade que ele apresenta, auxiliando na implementação em superfícies não planas. A antena foi modelada afim de atingir frequência de ressonância capaz de estabelecer conexão via banda *ISM* (*Industrial Scientific and Medical*) que corresponde a um intervalo de 2,40 GHz a 2.4835 GHz. A antena modelada é disposta na Fig. 3.

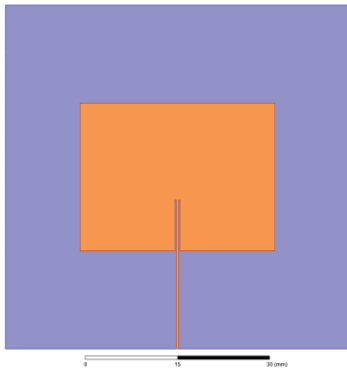


Fig. 3. Representação da antena plana modelada.

Tendo em vista as características físicas das antenas de microfita, foi realizado a análise da antena submetendo-a a diferentes graus de curvatura, como é apresentado na Fig. 4, a fim de observar o comportamento do coeficiente de reflexão para cada curvatura empregada.

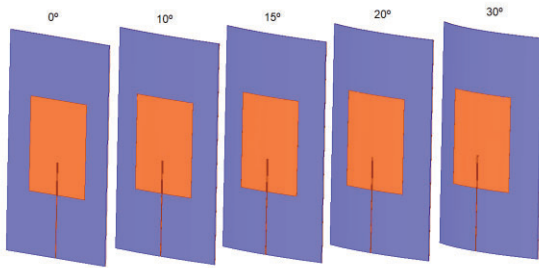


Fig.4. Representação dos graus de curvatura.



Fig.5. Aplicação da antena com curvatura de 20° em um dispositivo de monitoramento de quedas.

A Fig. 5 apresenta a aplicação da antena com 20° de curvatura em um dispositivo de monitoramento de quedas, ao qual o dispositivo está localizado no braço do paciente e a antena é posicionada em sua parte superior, para proporcionar o envio e recebimento dos dados captados no dispositivo.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O *patch* da antena modelada dispôs de 24,28 mm de largura e 31,85 mm de comprimento, a largura da linha foi de 0,3620 mm. As dimensões de y_0 e y_w (representados na Fig. 2), referentes às fendas utilizadas pelo método de *Inset Feed*, contaram com o valor de 8,37 mm e 0,1810 mm respectivamente.

Os dados para o coeficiente de reflexão e para frequência de ressonância foram obtidos a partir da simulação computacional através de *software* ANSYS HFSS para a frequência de 2,45GHz. A Fig. 6 apresenta o gráfico de coeficiente de reflexão pela frequência para a antena modelada com ausência de ângulo de inclinação, assim como para todos os ângulos propostos.

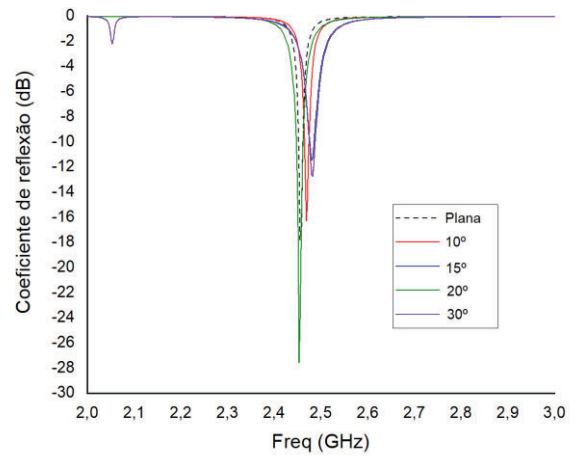


Fig.6. Relação entre o coeficiente de reflexão e frequência para as antenas simuladas.

Observou-se que apesar das inclinações aplicadas nas antenas, não houve variação significativa relacionada a frequência de ressonância. Já com relação ao coeficiente de reflexão, a antena com 20° de ângulo de inclinação apresentou resultado satisfatório em relação às demais inclinações. O coeficiente de reflexão para todos os casos apresentou -10 dB, constatando que as antenas simuladas podem ser aplicadas a tecnologias embarcadas, dado que tal comportamento aponta que as antenas refletiram menos de 10% da potência de entrada.

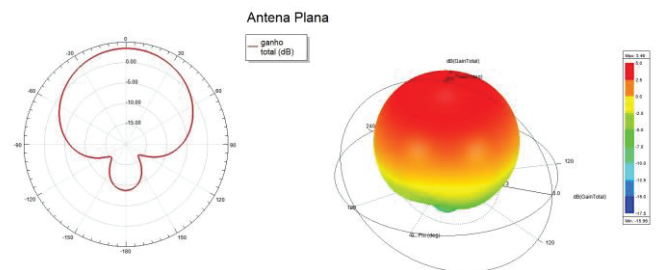


Fig. 7. Ganho total em duas e três dimensões para a antena plana.

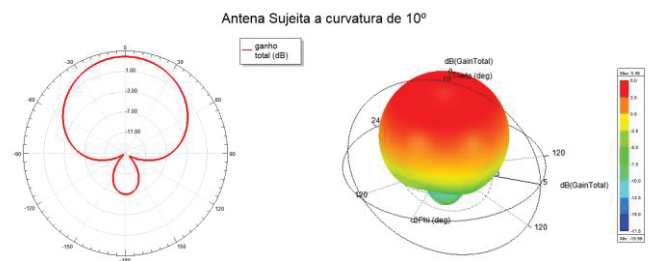


Fig. 8. Ganho total em duas e três dimensões para a antena com curvatura de 10°.

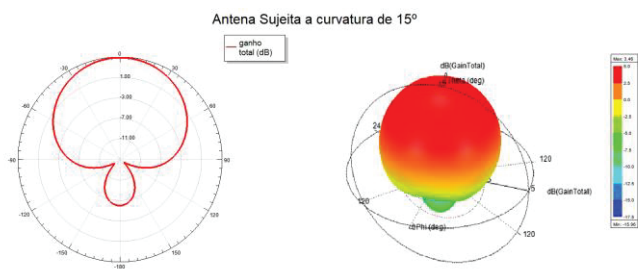


Fig. 9. Ganho total em duas e três dimensões para a antena com curvatura de 15°.

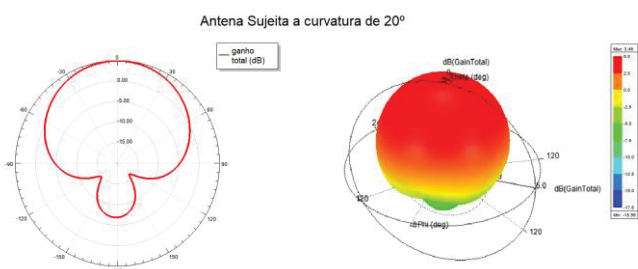


Fig. 10. Ganho total em duas e três dimensões para a antena com curvatura de 20°.

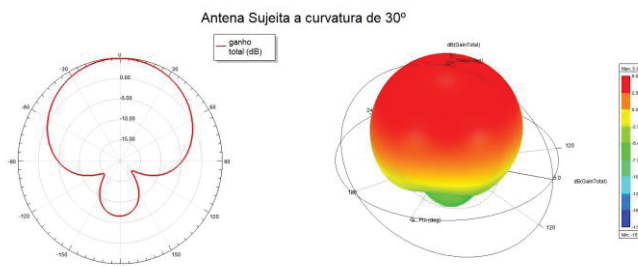


Fig. 11. Ganho total em duas e três dimensões para a antena com curvatura de 30°.

Na Fig. 7, observa-se que para a antena plana pode ser obtido um ganho total máximo de 3,46 dB para o ângulo teta, assim como, também é visto o mesmo comportamento para três dimensões. Nas Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10 e Fig. 11, que possuem como curvaturas, respectivamente, 10°, 15°, 20° e 30°, são apresentados resultados semelhantes à Fig.7.

Verifica-se que para as situações observadas nas figuras, a aplicação de diferentes ângulos de curvatura não gera impacto significativo no ganho total da antena resultante, se comparadas a mesma antena com ausência de grau de curvatura, então no geral a mudança na curvatura de uma antena não acarreta consequências relevantes na transmissão de dados necessária para a aplicação no dispositivo de quedas.

V. CONCLUSÃO

Portanto, analisando as simulações é possível constatar que há um deslocamento de frequência ao se aplicar uma curvatura em uma antena de microfita, onde esse deslocamento não foi capaz de inviabilizar o uso da antena em implementações para dispositivos que trabalham na faixa de operação *ISM*. Então a modificação na estrutura de uma antena proporciona o controle

sobre seus parâmetros de radiação. Estes parâmetros são de suma importância para aplicações em sistemas baseados na *IoHT*.

O estudo das simulações de curvatura nas antenas de microfita demonstra a sua importância através do uso e otimização em projetos baseados em *IoHT*, no qual as antenas e dispositivos eletrônicos estão dispostos sobre o corpo humano, que possui uma superfície não plana.

1. AGRADECIMENTOS

Esse estudo foi financiado em parte pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. Os autores agradecem também, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, a Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Eletromagnetismo Aplicado e Telecomunicações - GEPEAT e à equipe do Laboratório de Telecomunicações e Micro-ondas da UFERSA.

REFERÊNCIAS

- [1] FERREIRA, Maria das G. N.; ALVES, Salmana R. P.; SOUTO, Cláudia G. V. de; VIRGÍNIO, Nereide de A.; SILVA JÚNIOR, José N. de B. SANTOS, Anderson F. dos. O LEIGO EM PRIMEIROS SOCORROS: uma revisão integrativa. *Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança*, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 12-20, 2017. Faculdade de Enfermagem Nova Esperança. <http://dx.doi.org/10.17695/issn.2317-7160.v15n3a2017p12-20>.
- [2] MAGRANI, Eduardo. A internet das coisas. Editora FGV, 2018.
- [3] RODRIGUES, Joel J. P. C. *et al.* Enabling Technologies for the Internet of Health Things. *Ieee Access*, [S.L.], v. 6, p. 13129-13141, 2018.
- [4] BALANIS, Constantine A. *Teoria de antenas: análise e síntese*. Vol 1 e 2. 3ªed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- [5] EMANUEL, M. *Desenvolvimento de um biossensor na comunicação sem fio por meio do conceito e-têxtil e de protocolos da tecnologia wban na aplicação do monitoramento aos cuidados de paciente sob risco de lesões por pressão*. Tese (Mestrado) – Engenharia Elétrica, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.
- [6] BARROS, I. *Projeto e análise de antena de microfita com utilização de metamaterial do tipo csrr*. Tese (Mestrado) – Pós-Graduação em Sistemas de Comunicação e Automação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.
- [7] MESQUITA, S. *Estudo e desenvolvimento de antenas de microfita utilizando tecido de malha a base de fibras têxteis compostas*. Tese (Mestrado) – Pós-Graduação em Sistemas de Comunicação e Automação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.